TÉCNICO LISBOA

academia militar

Tecnologia e Reabilitação de Caixilharias

Mário Jorge Moreira Vicente

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Militar

Júri

Presidente: Professor Doutor Luís Manuel Alves Dias
Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Caliço Lopes de Brito
Co-Orientador: Professora Doutora Inês dos Santos Flores Barbosa Colen
Vogais: Doutor Armando dos Santos Pinto
Major João Carlos Martins Rei

Outubro de 2012

Resumo

Esta dissertação tem como objectivo a elaboração de um sistema de apoio à reabilitação de sistemas de caixilharias de janelas e portas exteriores. Pretende-se conseguir assim um aumento na quantidade e qualidade de caixilharias eficazmente reabilitadas, preenchendo a lacuna existente no conhecimento de regras de boa arte e de resultados assinaláveis neste campo.

A elaboração do sistema é iniciada com uma análise dos requisitos funcionais exigidos aos sistemas de caixilharia modernos, seguida de uma síntese dos vários tipos de materiais utilizados na sua produção, bem como da sua caraterização e principais especificaçoes. São também enumeradas as diferentes tipologias de caixilharias e estudados os vários acessórios que contribuem para o desempenho geral da caixilharia. Segue-se uma exposição e caraterização das técnicas de reabilitação sugeridas, cuja descrição pormenorizada é apresentada em fichas de reparação individuais. É apresentada uma matriz de correlação entre as anomalias e as técnicas de reabilitação.

Este sistema foi ainda validado e calibrado através de uma campanha de inspeções em 295 caixilharias distribuídas por 96 edifícios, que permitiu um tratamento estatístico de onde se retiram diferentes ilações relacionadas com a caraterização da amostra, agentes agressivos e técnicas de reabilitação mais comuns.

Palavras-chave: Caixilharia, tecnologia, manutenção, reabilitação, patologia, sistema de inspeção.

Abstract

Technology and rehabilitation of door and window frames

This dissertation's main goal is to present a support system for the rehabilitation of exterior windows and pedestrian door frames. This intents to promote the quality and quantity of the rehabilitation works on window and door frames, addressing the gap in the knowledge of the rules of good workmanship concerning this type of repair.

The design of this system starts with an analysis of the functional requirements of modern frame models, followed by a synthesis of the several kinds of materials used on their production, their characteristics and main specifications. The different accessories and typologies of frames, which contribute to the overall performance of the system, are also presented. The intervention methodologies that aim at maintaining and restoring the functional properties of the frames are hereby proposed, and described in detail in files specially created for the effect, as well as a correlation matrix between these techniques and the anomalies.

A field work based on 295 inspections of different frames on 96 different buildings, allowed validating and calibrating this system, as well as performing a full statistical analysis of the data gathered, witch provides different conclusions about the analyzed sample, aggressive agents and the most common rehabilitation techniques.

Keywords: Windows and doors frames, technology, maintenance, rehabilitation, pathology, inspection system.

Agradecimentos

Esta Dissertação de Mestrado representa o fim desta etapa de aprendizagem, e marca o início de uma vida profissional. Não posso no entanto esquecer todos aqueles que ao longo deste percurso me acompanharam, apoiaram e fizeram com que fosse possível atingir os objectivos a que me propus até agora, e que decerto continuarão a tornar possíveis as metas que me esperam no futuro.

Começo por dedicar uma sentida palavra de apreço ao Professor Jorge de Brito, não só pelo valoroso apoio técnico e científico que me dispensou, mas também por diversas outras lições que não tenciono esquecer. Não posso também esquecer a Professora Inês Flores-Colen, pela atenta e preciosa revisão técnica que efetuou.

Agradeço também aos diversos profissionais e empresas do sector que se disponibilizaram a colaborar na realização deste trabalho, especialmente ao Sr. Dário Vilela, que enriqueceu este trabalho com diversos pormenores valiosos para o resultado final.

Aos Comandantes e Oficiais das Unidades visitadas, pelo apoio e hospitalidade que nos deram. Sem ele, não teria sido possível a validação e apresentação dos resultados atingidos.

Ao meu camarada Alberto Santos, pela força e amizade que partilhou comigo não só na elaboração deste trabalho, mas também ao longo de todos os anos que passámos juntos.

À minha namorada Vanessa Salgueiral, pelas belíssimas fotos que constam ao longo da Dissertação e por todos os momentos partilhados neste ano.

Quero, por fim, dedicar este trabalho à minha Mãe.

Índice geral

Resumo i

Abstract ii

Agradecimentos iii

Índice geral ix

Lista de tabelas ix

Lista de figuras xii

Lista de acrónimos xiii

1 Introdução 1

1.1 Considerações preliminares . . . 1
1.2 Justificação da dissertação . . . 2
1.3 Objetivos . . . 3
1.4 Outros trabalhos . . . 3
1.5 Organização da dissertação . . . 4

2 Tecnologia 7

2.1 Considerações iniciais . . . 7
2.2 Indústria da caixilharia . . . 8
2.3 Normalização . . . 11
2.3.1 Legislação aplicável . . . 12
2.3.2 Marcação CE . . . 13
2.3.2.1 ITT- Ensaios tipo iniciais . . . 14
2.3.2.2 FPC- Controlo interno de produção . . . 14
2.3.2.3 Documentação e marcação CE . . . 15
2.3.2.4 Fabrico individual . . . 15
2.4 Requisitos funcionais . . . 15
2.4.1 Resistência às ações do vento . . . 16
2.4.1.1 Método de ensaio e classificação . . . 17
2.4.1.2 Requisitos da caixilharia . . . 17
2.4.1.3 Critérios de seleção . . . 18
2.4.2 Estanqueidade à água . . . 18
2.4.2.1 Método de ensaio e classificação . . . 18

2.4.2.2 Requisitos da caixilharia . . . 19
2.4.2.3 Critérios de seleção . . . 19
2.4.3 Permeabilidade ao ar . . . 20
2.4.3.1 Método de ensaio e classificação . . . 20
2.4.3.2 Requisitos da caixilharia . . . 21
2.4.3.3 Critérios de seleção . . . 21
2.4.4 Resistência às solicitações de utilização . . . 21
2.4.4.1 Método de ensaio e classificação . . . 22
2.4.4.2 Requisitos da caixilharia . . . 23
2.4.4.3 Critérios de seleção . . . 23
2.4.5 Isolamento acústico . . . 24
2.4.5.1 Método de ensaio e classificação . . . 24
2.4.5.2 Requisitos da caixilharia . . . 24
2.4.6 Isolamento térmico . . . 25
2.4.6.1 Método de ensaio e classificação . . . 25
2.4.6.2 Requisitos da caixilharia . . . 26
2.5 Tipologias . . . 26
2.6 Materiais . . . 26
2.6.1 Alumínio . . . 26
2.6.1.1 Considerações preliminares . . . 26
2.6.1.2 Matérias-primas . . . 28
2.6.1.3 Processo de fabrico . . . 30
2.6.1.4 Ligações e acessórios . . . 31
2.6.1.5 Manutenção . . . 32
2.6.2 P.V.C. . . . 33
2.6.2.1 Considerações preliminares . . . 33
2.6.2.2 Matérias-primas . . . 34
2.6.2.3 Processo de fabrico . . . 36
2.6.2.4 Ligações e acessórios . . . 37
2.6.2.5 Manutenção . . . 37
2.6.3 Madeira . . . 38
2.6.3.1 Considerações preliminares . . . 38
2.6.3.2 Matérias-primas . . . 39
2.6.3.3 Processo de fabrico . . . 39
2.6.3.4 Ligações e acessórios . . . 41
2.6.3.5 Manutenção . . . 41
2.6.4 Ferro/aço . . . 43
2.6.4.1 Considerações preliminares . . . 43
2.6.4.2 Matérias-primas . . . 44
2.6.4.3 Processo de fabrico . . . 44
2.6.4.4 Ligações e acessórios . . . 45
2.6.4.5 Manutenção . . . 46
2.6.5 Fibra de vidro . . . 46
2.6.5.1 Considerações preliminares . . . 46
2.6.5.2 Matérias-primas . . . 47

2.6.5.3 Processo de fabrico . . . 47
2.6.5.4 Ligações e acessórios . . . 47
2.6.5.5 Manutenção . . . 47
2.6.6 Mistos . . . 48
2.6.6.1 Considerações preliminares . . . 48
2.6.6.2 Madeira-alumínio . . . 48
2.6.6.3 Alumínio-PVC . . . 48
2.6.6.4 Madeira-vidro estrutural . . . 48
2.6.6.5 PRFV-madeira . . . 49
2.6.7 Outros materiais . . . 49
2.6.7.1 Considerações preliminares . . . 49
2.6.7.2 *Wood plastic composites* (WPCs) . . . 49
2.6.7.3 Compósitos de ABS/ASA . . . 50
2.6.7.4 Compósitos de poliuretano . . . 50
2.6.8 Análise comparativa . . . 50
2.7 Acessórios . . . 52
2.7.1 Ferragens . . . 52
2.7.1.1 Ferragens para janelas de correr . . . 52
2.7.1.2 Ferragens para janelas oscilantes . . . 54
2.7.1.3 Ferragens para caixilharias de batente e pivotante . . . 54
2.7.2 Calços . . . 55
2.7.3 Juntas e vedações . . . 56
2.7.4 Mastiques . . . 57
2.7.5 Borrachas e fitas vedantes . . . 58
2.7.5.1 Borrachas vedantes . . . 58
2.7.5.2 Fitas vedantes . . . 58
2.7.6 Síntese do capítulo . . . 59

3 Patologia **61**
3.1 Introdução . . . 61
3.2 Classificação das anomalias . . . 61
3.3 Caraterização das anomalias . . . 62
3.3.1 Condensações . . . 62
3.3.2 Descolamentos . . . 63
3.3.3 Deformações excessivas . . . 63
3.3.4 Folgas / frestas . . . 64
3.3.5 Elementos partidos / danificados . . . 64
3.3.6 Acumulação de detritos / vegetação . . . 65
3.3.7 Degradação . . . 66
3.3.8 Infiltrações . . . 66
3.4 Síntese do capítulo . . . 67

4 Reabilitação **69**
4.1 Considerações iniciais . . . 69
4.2 Classificação . . . 70
4.3 Caraterização das técnicas. . . . 72

4.3.1 R.A1 Reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes . . . 72
4.3.2 R.A2 Reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes . . . 75
4.3.3 R.A3 Substituição de elementos degradados, ou em falta . . . 79
4.3.4 R.F1 Afinação ou substituição de dobradiças . . . 79
4.3.5 R.F2 Afinação ou substituição do mecanismo de abertura / fecho . . . 81
4.3.6 R.F3 Instalação de ferragens complementares . . . 81
4.3.7 R.P1 Limpeza geral da caixilharia . . . 83
4.3.8 R.P2 Reparação de revestimentos . . . 85
4.3.9 R.P3 Reparação de zonas degradadas por corrosão . . . 86
4.3.10 R.P4 Execução de próteses . . . 89
4.3.11 R.P5 Repintura da superfície (tintas / vernizes) . . . 90
4.3.12 R.P6 Reparação de deformações . . . 91
4.3.13 R.P7 Limpeza, reparação ou execução de rasgos drenantes . . . 92
4.3.14 R.P8 Substituição de elementos da caixilharia . . . 93
4.3.15 R.P9 Aplicação de perfis de reforço . . . 93
4.3.16 R.P10 Aplicação de revestimentos protetores . . . 94
4.3.17 R.P11 Preenchimento de fendas com betume . . . 95
4.3.18 R.V1 Substituição do envidraçado . . . 96
4.3.19 R.V2 Reparação do envidraçado . . . 98
4.3.20 R.V3 Aplicação de sistemas de ventilação . . . 99
4.4 Matriz de correlação . . . 99
4.5 Fichas de reparação . . . 101
4.6 Síntese do capítulo . . . 104

5 Validação e tratamento de dados 105
5.1 Introdução . . . 105
5.2 Plano de inspeções . . . 106
5.2.1 Fichas de inspeção . . . 107
5.2.2 Fichas de validação . . . 108
5.3 Validação de técnicas . . . 109
5.4 Validação da correlação . . . 113
5.5 Tratamento estatístico . . . 119
5.5.1 Distribuição geográfica da amostra . . . 119
5.5.2 Distribuição da amostra no tempo . . . 120
5.5.3 Caraterização institucional da amostra . . . 120
5.5.4 Caraterização geral dos sistemas de caixilharia . . . 120
5.5.5 Caraterização das tipologias dos sistemas de caixilharia . . . 121
5.5.6 Caraterização da orientação e exposição das fachadas inspecionadas . . . 122
5.5.7 Caraterização do zonamento térmico e de vento da amostra . . . 123
5.5.8 Caraterização da exposição a agentes poluentes e tipos de envolvente da amostra . . . 123
5.5.9 Frequência observada de anomalias . . . 124
5.5.10 Frequência observada de técnicas de reabilitação . . . 126
5.5.10.1 Correlação entre técnicas de reabilitação e anomalias . . . 126
5.5.10.2 Correlação entre técnicas de reabilitação e os materiais . . . 131
5.5.10.3 Correlação entre técnicas de reabilitação e a tipologia . . . 135

5.5.10.4 Correlação entre técnicas de reabilitação e o revestimento 136
5.5.10.5 Correlação entre técnicas de reabilitação e a idade 138
5.5.10.6 Correlação entre técnicas de reabilitação e a envolvente 140
5.5.10.7 Correlação entre técnicas de reabilitação e a orientação da fachada 140
5.5.10.8 Correlação entre técnicas de reabilitação e a exposição solar 141
5.5.11 Elaboração de caixilharia-tipo 141
5.5.12 Síntese do capítulo 143

6 Conclusão **145**
6.1 Considerações finais 145
6.2 Conclusões gerais 146
6.3 Perspectivas de desenvolvimentos futuros 149

Referências **157**

Anexos **158**
Anexo A: Normas de ensaio, classificação e outras normas relacionadas com caixilharia . . . . . A -1
Anexo B: Requisitos funcionais. . . . . B -1
Anexo C: Especificações da caixilharia em alumínio . . . . . C -1
Anexo D: Produção e montagem de caixilharia de alumínio. . . . . D -1
Anexo E: Produção e montagem de caixilharia de PVC. E-1
Anexo F: Espécies de madeira usuais na produção de caixilharia. . . . . F -1
Anexo G: Produção e montagem de caixilharia de madeira. G-1
Anexo H: Produção e montagem de caixilharia de ferro / aço. . . . . H -1
Anexo I: Análise comparativa. I-1
Anexo J: Borrachas vedantes. . . . . J -1
Anexo K: Utilização de sistemas de vedação . . . . . K -1
Anexo L: Fichas de reparação . . . . . L -1
Anexo M: Fichas modelo . . . . . M -1

Lista de Tabelas

2.1 Normas utilizadas para ITI. 14
2.2 Requisitos funcionais utilizados para seleção de caixilharias. 16
2.3 Classificação da caixilharia em relação às ações do vento. 17
2.4 Seleção da classe de resistência ao vento em janelas e portas exteriores. 18
2.5 Classificação da caixilharia em relação à estanqueidade à água. 19
2.6 Seleção da classe de estanqueidade à água em janelas e portas exteriores. 20
2.7 Classificação da caixilharia relativamente à permeabilidade ao ar. 20
2.8 Seleção da classe de permeabilidade ao ar em janelas e portas exteriores. 21
2.9 Ensaios a realizar de acordo com a tipologia de caixilharia. 22
2.10 Seleção da classes mínimas de esforços de manobra em folhas móveis de janelas. 23
2.11 Seleção da classes mínimas de esforços estáticos em janelas. 23
2.12 Relação entre intensidades de utilização e classes de durabilidade mecânica em janelas. . . . 24
2.13 Caraterísticas, vantagens e desvantagens dos vários tipos de caixilharias (tipos I e II). 27
2.14 Caraterísticas, vantagens e desvantagens dos vários tipos de caixilharias (tipo III). 28
2.15 Principais propriedades físicas e químicas do alumínio. 29
2.16 Principais propriedades físicas e químicas do policloreto de vinilo [111]. 34
2.17 Principais propriedades físicas e químicas das ligas de aço. 43
2.18 Análise comparativa de vários tipos de materiais de caixilharia (adaptado de [49], [37], [48]). . 52

3.1 Resumo de grupos e denominação das diferentes anomalias. 62

4.1 Sistema classificativo de técnicas de reabilitação de caixilharias. 71
4.2 Tipificação das técnicas de reabilitação de caixilharias. 72
4.3 Classificação das técnicas de reabilitação em função dos diferentes materiais e tipologias. . . 73
4.4 Tabela auxiliar para escolha da calafetação em função da altura e do grau de agressão à caixilharia. 78
4.5 Matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação. 101
4.6 Exemplo de correlação anomalia - técnica de reparação. 102
4.7 Exemplo de ficha de reparação. 103

5.1 Identificação e caracterização das diferentes formas de inspeção. 106
5.2 Calibração da matriz de correlação. 114
5.3 Matriz de correlação anomalias - técnicas de reabilitação corrigida. 120
5.4 Identificação e localização das diferentes unidades visitadas. 121

6.1 Estimativas dos preços médios de reabilitação por caixilharia e por material. 148

Lista de Figuras

2.1 Valores referentes à repartição do mercado europeu de sistemas de caixilharia no ano 2006 . 8
2.2 Dimensão típica das empresas. 9
2.3 Materiais utilizados nos perfis de caixilharia no mercado Português. 9
2.4 Evolução prevista para o mercado da reabilitação em edifícios. 10
2.5 Processo de produção do alumínio. 29
2.6 Esquematização do processo de extrusão dos perfis de alumínio. 31
2.7 Esquemas de união de caixilhos em alumínio: 32
2.8 Acessórios e pormenores da caixilharia em alumínio: 32
2.9 Esquema do processo de produção de policloreto de vinilo (PVC). 35
2.10 Esquema do processo de produção do monómero de cloreto de vinilo (VCM). 35
2.11 Diagrama de um perfil de PVC. 37
2.12 Diagrama de um tronco. 39
2.13 Esquemas de materiais de caixilhos em madeira: 41
2.14 Esquemas de união de caixilhos em madeira: 42
2.15 Processo de produção do aço. 45
2.16 Vários tipos de perfis mistos: 49
2.17 Secção de um perfil tipo de poliuretano. 51
2.18 Análise térmica de vários tipos de materiais de caixilharia. 51
2.19 Vários tipos de fechos de acionamento interno. 53
2.20 Vários tipos de acessórios da caixilharia de correr. 53
2.21 Vários tipos de acessórios da caixilharia oscilantes. 54
2.22 Vários tipos de acessórios da caixilharia de batente e pivotante. 55
2.23 Localização e tipo dos calços em caixilharia. 56
2.24 Vários tipos de juntas de vedação vidro-caixilho. 57
2.25 Vários tipos de acesórios de vedação. 59

3.1 Vários tipos de condensações. 63
3.2 Vários tipos de descolamentos. 63
3.3 Deformações. 64
3.4 Exemplos de folgas e frestas a reparar. 65
3.5 Vários tipos de elementos danificados. 65
3.6 Exemplos de acumulações de detritos e vegetação. 66
3.7 Vários tipos de degradações. 67
3.8 Sinais e consequências da existência de infiltrações. 67

4.1 Vários tipos de vedantes. 73

4.2 Localização dos vedantes. 74
4.3 Fita vedante de polipropileno. 75
4.4 Utilização de mastiques na junta envidraçado / caixilho. 76
4.5 Vários tipos de calafetação. 77
4.6 Utilização de mastiques na junta aro / vão. 78
4.7 Degradação de elementos dos sitemas de caixilharia: 79
4.8 Metodologia para afinação de uma dobradiça oscilo-batente. 80
4.9 Dobradiças degradadas. 80
4.10 Substituição de sistema de dobradiças do tipo basculante. 81
4.11 Mecanismo de abertura / fecho a reabilitar. 82
4.12 Instalação de ferragens complementares. 82
4.13 Instalação através de garras de chumbamento. 83
4.14 Situações críticas de acumulaçao de sujidade. 85
4.15 Métodologia de limpeza de caixilharia. 85
4.16 Situações onde se aplica uma reparação do revestimento. 86
4.17 Situações onde é necessária uma remoção dos produtos da corrosão. 87
4.18 Corrosão galvânica. 88
4.19 Corrosão intersticial. 88
4.20 Exemplos de anomalias onde é indicada a execução de próteses no material. 89
4.21 Operações de realização de prótese em resina epóxida. 90
4.22 Situações onde é justificada uma repintura total da superfície da caixilharia. 90
4.23 Pintura de caixilharia em ferro / aço. 91
4.24 Diferentes tipos de deformações de perfis. 92
4.25 Anomalias em rasgos drenantes. 93
4.26 Situações de troca de elementos 94
4.27 Aplicação de perfis de reforço. 94
4.28 Situações de aplicação de betumes. 96
4.29 Situações onde se aplica a técnica R.V1: 96
4.30 Operações de substituição de um vidro. 98
4.31 Rotura térmica do vidro. 99
4.32 Aplicação de sistemas de ventilação. 100

5.1 Frequência absoluta das técnicas de reabilitação preconizadas para a amostra analisada (ver Tabela 4.1). 110
5.2 Distribuição geográfica da amostra. 121
5.3 Datas estimadas de instalação das caixilharias analisadas. 122
5.4 Sistemas de caixilharias inspecionado. 122
5.5 Tipologias dos sistemas de caixilharias inspecionados: 123
5.6 Caraterização das caixilharias quanto à exposição aos elementos: 123
5.7 Caraterização das caixilharias quanto: 124
5.8 Caraterização das caixilharias quanto: 124
5.9 Frequência relativa das anomalias encontradas em caixilharias. 124
5.10 Frequência absoluta das anomalias encontradas em caixilharias, por grupos. 125
5.11 Média das anomalias encontradas em caixilharias, por materiais. 125
5.12 Frequências das técnicas reabilitativas prescritas (%). 126

5.13 Frequência relativa das técnicas reabilitativas prescritas por grupos (%). 126
5.14 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.C1 e A.D1. 127
5.15 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.D2 e A.O1. 128
5.16 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.F1 e A.F2. 129
5.17 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.F3 e A.Q1. 129
5.18 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.Q2 e A.Q3. 130
5.19 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.D2 e A.O1. 130
5.20 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face às anomalias A.E2 e A.I1. 131
5.21 Análise comparativa das médias do número de técnicas de reabilitação recomendadas para cada caixilharia por cada tipo de material. 132
5.22 Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de alumínio. 133
5.23 Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de madeira. 134
5.24 Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de ferro/aço. 134
5.25 Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de PVC. 135
5.26 Análise comparativa do número e tipo de técnicas relacionadas com a sua tipologia (número médio de técnicas / unidade de caixilharia analisada). 136
5.27 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face aos revestimentos em tinta e verniz. . . . 137
5.28 Frequência relativa das técnicas de reabilitação face aos revestimentos anodizados e lacados. 138
5.29 Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da data de instalação da caixilharia. 139
5.30 Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da envolvente. 141
5.31 Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da orientação. 142
5.32 Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da exposição solar. . . 142
5.33 Esboço do modelo encontrado de modo a representar as medidas e tipologias da média das caixilharias observadas. 143

Lista de Acrónimos

ABS	–	*acrilonitrilo - butadieno - estireno (*Acrylonitrile - Butadiene - Styrene*)*
ADENE	–	*Agência para a Energia*
ANFANJE	–	*Associação Nacional dos Fabricantes de Janelas Eficientes*
APCMC	–	*Associação Portuguesa de Comerciantes de Materiais de Construção*
ASA	–	*acrilonitrilo - estireno - acrilato (*Acrylonitrile - Styrene - Acrylate*)*
ASOVEN	–	*Asociación de Ventanas de PVC*
AVAC	–	*Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado*
CAP	–	*Certificado de Aptidão Profissional*
CE	–	*Comissão Europeia*
CPF	–	*Controlo de Produção em Fábrica*
DCE	–	*Dicloro-Etano*
DPC	–	*Diretiva dos Produtos de Construção*
EEE	–	*Espaço Económico Europeu*
EC	–	*Euro Código*
ECHP	–	*European Comunity Household Panel*
EN	–	*Norma Europeia*
EPDM	–	*Dimonómero de Etileno Propileno (*Ethylene Propylene Diene Monomer*)*
ITT	–	*Ensaio do tipo inicial* (*Initial Tipe Testing)*
LNEC	–	*Laboratório Nacional de Engenharia Civil*
VCM	–	*Monómero de Cloreto de vinilo*
NP	–	*Norma Portuguesa*
PNAEE	–	*Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética*
PRFV	–	*Polímeros Reforçados com Fibra de Vidro*
PVC	–	*Policloreto de Vinilo*
RCCTE	–	*Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*
RPC	–	*Regulamento dos Produtos de Construção*
RSA	–	*Regulamento de Segurança e Ações*
RSECE	–	*Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios*
SBR	–	*borracha de butadieno estireno (*Styrene-Butadiene Rubber*)*
SCE	–	*Sistema de certificação Energética dos Edifícios*
TPE	–	*Elastómero Termoplástico*
UV	–	*Ultra Violeta*
WPC	–	*Wood Plastic Composites*

Capítulo 1

Introdução

1.1 Considerações preliminares

A relação entre os ambientes interior e exterior é proporcionada em grande parte dos edifícios pela existência de caixilharias, que preenchem os vãos de fachada [1]. É também significativamente influenciada pelas caraterísticas específicas de cada sistema, materiais utilizados, organização dos mesmos e sua adequação ao ambiente onde se localizam. Efetivamente, as caixilharias têm como funções a proteção do ambiente interior dos agentes climatéricos como a chuva, o vento e a neve, de partículas em suspensão, a entrada de luz, o contato visual com o exterior, a resistência a intrusões indesejadas, entre outras. Têm ainda como funções secundárias a comunicação e acesso ao exterior, a ventilação dos espaços e a garantia de enquadramento arquitectónico, pois, segundo Le Corbusier, "A história da arquitectura é a história da luta pela janela..."[2].

Desde as primeiras construções, que a Humanidade procura resolver da melhor maneira o dilema causado pela necessidade de resposta a todas as solicitações mencionadas, e onde têm existido grandes evoluções até aos dias de hoje. Observando a descoberta do vidro por volta de 4000 a.C., e a sua utilização como elemento para janelas no séc. I d.C. [3], vê-se que tem sido uma evolução lenta. No entanto, a área das caixilharias conhece hoje em dia novidades de ano para ano, com a criação de novos sistemas e a utilização de novos materiais que prometem um elevado desempenho, associado a uma possível maior durabilidade.

Apesar das constantes melhorias na produção, as caixilharias instaladas actualmente apresentam ainda diversos problemas de desempenho relacionados com as exigências primárias (principalmente nos casos de estanqueidade à água e ao ar), causados por anomalias nos acessórios, caixilhos, revestimentos e outros componentes dos sistemas. Isto é resultado da degradação diferencial dos vários elementos, da incorreta adaptação ao meio, da ausência de operações de manutenção ou de outros fatores, e tem normalmente como consequência a reabilitação ou a substituição de um elevado número de caixilharias.

Somando ao anterior, existe ainda o aumento das exigências ao nível da poupança energética, da qualidade e salubridade interior dos espaços, de durabilidade, de transmissão luminosa, isolamento acústico, sustentabilidade e de aspecto arquitectónico, entre outras. A não verificação das exigências de um ou vários destes critérios causa muitas vezes uma reabilitação que não é enquadrada pela reflexão, diagnóstico ou técnicas mais adequadas, levando em algumas situações a resultados desastrosos (adapt. [4]).

São assim abordados os principais aspetos tecnológicos relacionados com os modernos sistemas de caixilharia, bem como as principais técnicas a utilizar para reabilitação dos mesmos. É completado com uma análise de uma amostra de 295 vãos guarnecidos com caixilharias do tipo janela ou porta exterior pedonal, com vista à validação das técnicas reabilitativas e da sua relação com as anomalias sugeridas por SANTOS

([5]).

1.2 Justificação da dissertação

Segundo uma análise quantitativa realizada pelo *European Community Household Panel* (ECHP) e o Eurostat, relacionada com o grau de satisfação com a habitação, condições e eficiência energética em 14 países europeus, a percentagem de habitações que possuem capacidade para um aquecimento eficiente é preocupante [6]. Enquanto a média se situa em 16,9%, a taxa de Portugal, Espanha e Grécia ronda 74% [6].

As caraterísticas principais a ter em consideração quanto aos ganhos de energia são a inércia térmica do material, o seu poder isolante, as pontes térmicas, os envidraçados e a ventilação [7], de onde facilmente se conclui o papel preponderante dos sistemas de caixilharias neste setor. Para reforçar a sua importância ao nível da regulamentação, pode observar-se o peso dado ao comportamento das caixilharias no recente Sistema de Classificação Energética dos Edifícios (SCE), bem como o seu estudo no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e inclusivamente a possibilidade considerada de criar um programa de incentivos para a reabilitação energética de caixilharias através da medida Janela Eficiente.

Quanto à decisão entre reabilitar ou substituir, existem diversos fatores que apontam vantagens notórias à reabilitação, colocação mais fácil de produtos de construção, redução das quantidades de novos materiais, limita as quantidades de produtos de demolição a remover e destruir, a manutenção da identidade da caixilharia e uma expectável redução de custos [8]. Os estudos efetuados apontam para vantagens na reabilitação em horizontes de dez a quinze anos, enquanto que a substituição atinge os valores menos favoráveis em análises custo / benefício, apresentando o retorno do investimento em horizontes de quarenta a cinquenta anos [7].

Ainda existe a problemática da elevada idade e caraterísticas do parque edificado em Portugal. Assim, segundo o Recenseamento da População e Habitação (2001), 76,8% do total de alojamentos em Portugal foram construídos antes de 1990. De acordo com o Censos 2001, existiam cerca de um milhão e seiscentos mil fogos (32%) a necessitar de pequenas e médias reparações, o que, associado a um período de vida útil das caixilharias entre os dez e os vinte anos, significa que uma parte significativa dos edifícios em Portugal terá de substituir ou reabilitar as suas caixilharias nos próximos anos.

Para isto muito contribui a ausência de planeamentos de manutenção, reparação e reabilitação do parque edificado, bem como a falta de qualidade dos sistemas, materiais e técnicas construtivas. Quanto à reabilitação e reparação, as "barreiras sentidas (...) são predominantemente fruto (...) do ensino e conhecimento que se encontram numa fase inicial, as metodologias utilizadas e à legislação relativa a esta matéria [7].

Embora as estatísticas da construção e habitação em Portugal do ano de 2010, do INE, apontem para uma diminuição da actividade construtiva na última década, o sector das tecnologias construtivas está em franco crescimento, com novos materiais e processos de construção a serem aplicados todos os anos, e o sector das caixilharias não é excepção. Pode-se no entanto verificar alguma inércia nesta área, quando se pensa na aplicação de novos materiais, pois toda a indústria está altamente mecanizada e aplicada em tecnologias e materiais específicos, que é necessário rentabilizar, o que não beneficia o progresso.

Este trabalho tem assim como objectivos principais descrever a tecnologia actual dos sistemas de caixilharia e, em conjunto com o trabalho desenvolvido por SANTOS ([5]), criar uma ferramenta de apoio à inspeção, diagnóstico e reparação de caixilharias através da sistematização de procedimentos, materializados pela classificação das anomalias, causas prováveis, técnicas de diagnóstico, técnicas de reparação e as suas correlações. Tenta também criar métodos de aproximação entre os intervenientes da concepção, execução e aplicação da caixilharia exterior, que têm neste momento as suas responsabilidades repartidas [1].

1.3 Objetivos e metodologia de investigação

A presente dissertação tem como objetivo fornecer instrumentos de sistematização e apoio, de acções de reabilitação em caixilharias de portas para acesso pedonal e janelas, exteriores. Neste sentido, pretende-se conseguir resumir de uma maneira explícita as partes constituintes de uma caixilharia típica, bem como os diferentes materiais que a podem constituir, os acessórios mais comuns e tudo o que esteja relacionado com o seu desempenho.

Outro dos objectivos principais desta dissertação é conseguir encontrar, reunir, investigar e normalizar as principais técnicas utilizadas para devolver as caixilharias ao seu estado de desempenho normal. Pretende-se assim realizar uma investigação aprofundada sobre as possibilidades existentes de reabilitação e apresentar as mesmas em fichas de reparação, facilitando assim possíveis intervenções e tornando-se um elemento fundamental para a sua correta aplicação.

Com base na bibliografia, foi ainda contruída uma matriz de correlação entre as técnicas de reabilitação descritas nesta dissertação e as anomalias definidas por SANTOS ([5]).

Posteriormente a estes trabalhos, foi realizado um trabalho de campo com o objectivo principal de conseguir validar a aplicação das técnicas encontradas e a sua relação com as anomalias mencionadas. Após este trabalho, foi então validada a matriz de correlação, procedendo-se posteriormente à correção de valores teóricos que não correspondam ao encontrado na realidade.

Associados a estes dois objectivos principais em relação ao trabalho de campo, espera-se também conseguir correlacionar as várias técnicas de reabilitação com factores de degradação como a idade, a orientação, a envolvente, entre outros, bem como com as caraterísticas específicas das caixilharias analisadas. Ao mesmo tempo, através da caraterização da amostra pretende-se conseguir um panorama geral do estado das caixilharias nas unidades inspeccionadas, daí retirando ilações para a generalidade das unidades das Forças Armadas.

Por último, existe ainda o objectivo de obter uma estimativa de custos aproximados de reabilitação. Isto será conseguido em função do encontrado no trabalho de campo, dos custos médios obtidos para as fichas e do material da caixilharia.

1.4 Trabalhos realizados no âmbito da dissertação

No âmbito da temática de sistemas de caixilharia, a presente dissertação teve como referência os seguintes trabalhos:

SANTOS, Alberto - "Sistema de Inspeção e Diagnóstico de Caixilharias", Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Militar, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2011/2012 (em execução);

GIACOMINI, Eliana - "Caixilharias Exteriores para Edifícios: Contributo para a melhoria da sua especificação", Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2007;

GOMES, J. F. G. - "Sistemas de Caixilharia de PVC", Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Instituto Superior Técnico, 2007;

LOPES, Nuno - "Reabilitação de Caixilharias de Madeira em Edifícios do Século XIX e Início do Século XX", Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2006;

GONÇALVES, C. - "Anomalias Não-Estruturais em Edifícios Correntes."Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2004;

CAMPANELLA, Christis - "Obras de Conservação e Restauro Arquitectónico: Condições Técnicas Especiais.", Coordenação e Adaptação de João Mascarenhas, Câmara Municipal de Lisboa, Licenciamento Urbanístico e Reabilitação Urbana Vol. 1 e 2, Dezembro de 2003;

RAMALHEIRA, Francisco - "Manual de Boas Práticas de Vãos Envidraçados: Exigências Funcionais de Vãos Envidraçados."Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2005

CARDOSO, António B. - "Esquadrias de alumínio no Brasil, História, Linhas Atuais, Gráficos de Desempenho", São Paulo, Proeditores, 2004;

GUSTAVSENA, A.; GRYNINGS, S.; ARASTEHB, D.; JELLE, B.; GOURDNEY, H. - "Key Elements and Material Perfomance for Higly Insulating Window Frames", Elsevier, 16 de Maio de 2011;

MCKENZIE, Peter - "New Heritage Materials: The Conservation of Metal Frame Windows", Seminar: "Material Evidence; Conserving Historic Building Fabric",Sydney, Abril 2000. NSW Heritage Office;

STAHL, Frederik A. "A Guide to the Maintenance, Repair and Alteration of Historic Buildings", Van Nostrand Reinhold, Nova York, EUA, 1984. ISBN 0442281056.

PRACHT, K.- "Fenêtres", Editions Delta and Spes, Denges, 1984;

SATHISH, Kumar - "Comparison of Windows made with Diferent Materials", Internacional Journal of Civil and Structural Engineering, Volume 1, N.º 3, 2010;

1.5 Organização da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, seguidos das referências bibliográficas e de anexos. A descrição das diferentes partes é aqui apresentada de forma sucinta.

No capítulo 1, é feita uma introdução ao tema, tentando de uma forma sumária enumerar os seus objectivos, os motivos que levaram à sua realização e o enquadramento da reabilitação de edifícios onde se encontra inserido.

O capítulo 2 é dedicado à tecnologia de caixilharias e nele é analisado o estado da indústria de caixilharias em Portugal, os processos de normalização (como a marcação CE) e os requisitos funcionais exigidos às caixilharias modernas. São ainda apresentadas as diferentes tipologias existentes, bem como os principais materiais, as suas caraterísticas, matérias primas, processos de fabrico e montagem, ligações e acessórios específicos de cada material bem como os processos de manutenção respetivos. É feita uma breve descrição de sistemas compostos e de materiais ainda com pouca expressão em Portugal. Após uma curta análise comparativa entre eles, é ainda feito um breve resumo dos acessórios associados aos sistemas de caixilharias, como ferragens, calços, juntas, borrachas vedantes e mastiques.

O estudo das anomalias é feito no capítulo 3 (Patologia), onde são divididas em grupos de caraterísticas semelhantes e classificadas de acordo com a sua natureza, de acordo com o proposto por SANTOS ([5]). É feita uma breve descrição das mesmas, e uma análise das causas e consequências mais comuns.

A reabilitação de caixilharias é abordada no capítulo 4, onde se introduz a temática e é analisado o potencial de reabilitação aplicado às caixilharias. Seguidamente, as técnicas sugeridas são enumeradas e classificadas e é feita uma breve abordagem à correta aplicação de uma operação reabilitativa, bem como a divisão das intervenções nas tipologias resultantes de trabalhos anteriores. Após estes pontos, são caraterizadas as várias técnicas de reabilitação ao nível dos materiais e procedimentos utilizados e é apresentada uma matriz de correlação anomalias - técnicas de reabilitação teórica.

O trabalho de campo realizado com vista à validação do sistema, bem como o seu tratamento estatístico é apresentado no capítulo 5. Aqui é apresentado o plano de inspeções e as fichas utilizadas, seguidos pelo tratamento estatístico dos dados recolhidos. É feita uma análise das caraterísticas da amostra, dos agentes

agressores, das anomalias detetadas e das técnicas recomendadas para reparar essas mesmas anomalias. São retiradas diversas ilações e é calibrada a matriz de correlação anomalias - técnicas de reabilitação com base nas relações verificadas.

As conclusões gerais e perspectivas de desenvolvimento futuro são apresentadas no capítulo 6. Assim, é feita uma análise profunda sobre vários aspetos relacionados com esta dissertação de mestrado, no sentido de frisar os pontos de mais relevo relacionados com o tema em estudo. No fim, são sugeridas possibilidades de aplicação e continuação desta temática, de modo a que não se perca o fio condutor ou o interesse neste assunto.

As referências bibliográficas indicam as principais fontes de informação para a execução deste estudo.

Por fim, nos anexos, é encontrada toda a informação acerca de normas aplicáveis, requisitos funcionais, processos de produção, sistemas de vedação, fichas de reparação e as fichas modelo utilizadas neste estudo, suportando da melhor maneira possível os diversos capítulos deste documento.

Capítulo 2

Tecnologia

2.1 Considerações iniciais

Hoje em dia, são colocados desafios cada vez maiores à indústria de caixilharias. Com o desenvolvimento da tecnologia de produção do vidro, que anteriormente seria o elo mais fraco de um sistema vidro-caixilharia que guarnecia os vãos de fachada, e com as exigências qualitativas das habitações a aumentar, a caixilharia parece ser agora o componente mais fraco dos vãos de fachadas. Esta é assim responsável pela limitação do comportamento geral do conjunto.

Tendo em atenção que, na grande maioria dos casos, as janelas têm de cumprir todos os requisitos funcionais mencionados neste capítulo e ainda ser leves, transparentes, e facilmente operáveis, de maneira a proporcionar uma boa ligação entre o ambiente interior e exterior, percebe-se a importância que estas assumem no conforto e comportamento dos edifícios modernos.

Assim sendo, o papel das caixilharias, por exemplo ao nível do isolamento térmico, é extremamente relevante. Sabe-se que, numa reabilitação usual, com apenas a substituição da parte envidraçada dos vãos se pode chegar a reduções no consumo energético de 26 a 35%, enquanto que para uma poupança máxima, se podem atingir reduções até 41%, com a substituição da caixilharia [7].

Desde o fabrico artesanal dos caixilhos de madeira, até à atual laminagem da madeira, ou extrusão dos perfis de PVC ou alumínio, a indústria tem evoluído. Hoje em dia, para a grande maioria dos produtores de caixilharia, os perfis chegam com 6 metros de comprimento e são cortados e unidos mecanicamente nas formas desejadas. Posteriormente, são aplicadas as ferragens que garantem o funcionamento dos mecanismos de abertura e fecho, e os vedantes, sob a forma de borrachas isoladoras ou silicones. Todos estes componentes são hoje em dia produzidos em instalações industriais, sendo na maioria dos casos resultado de projetos testados em laboratório.

Este processo está hoje em dia altamente mecanizado, existindo complexos fabris que produzem milhares de unidades por dia, com uma baixa intervenção de mão de obra humana. Para tal, contribuiu a normalização de vãos, processos e materiais. Este facto pode no entanto, hoje em dia, funcionar como um elemento impeditivo da adopção de novas tecnologias e materiais.

Isto acontece devido ao elevado montante de capital investido pelas empresas que trabalham neste meio, sendo que tentam agora rentabilizar ao máximo esse investimento, tornando menos fácil que materiais como a fibra de vidro, os compostos de madeira e plástico, e outros, entrem no mercado, pois o preço e a acessibilidade dos materiais ditos convencionais é largamente superior.

Assim sendo neste capítulo, será feita uma análise a como a tecnologia das caixilharias está e a possíveis caminhos de evolução, através da análise dos materiais e tecnologias que estão hoje disponíveis no mercado.

2.2 A indústria da caixilharia

Ao nível Europeu, a indústria da caixilharia ainda pode ser resumida aos principais materiais e técnicas presentes neste capitulo, ou seja: a madeira, o alumínio, o PVC e as soluções mistas. No entanto, é previsível que o mercado se altere no futuro, com a adopção de novos materiais e sistemas tais como a fibra de vidro, ou os materiais compósitos, pelo que também serão abordados. A repartição dos materiais e destes sistemas principais varia ainda de zona para zona, tendo a Europa do Norte uma grande preferência pela utilização da madeira, assim como na Europa de Leste, enquanto na Península Ibérica, Áustria Suíça e Itália continua a haver um opção clara pelo alumínio.

Já em países como o Reino Unido, a Alemanha a Grécia e a Turquia, existe uma prevalência do PVC sobre os outros materiais. Estes dados são referentes ao ano de 2006, provenientes da ASOVEN (Asociación de Ventanas de PVC), e não é de prever que existam grandes alterações até 2012. A Figura 2.1 ilustra esta situação.

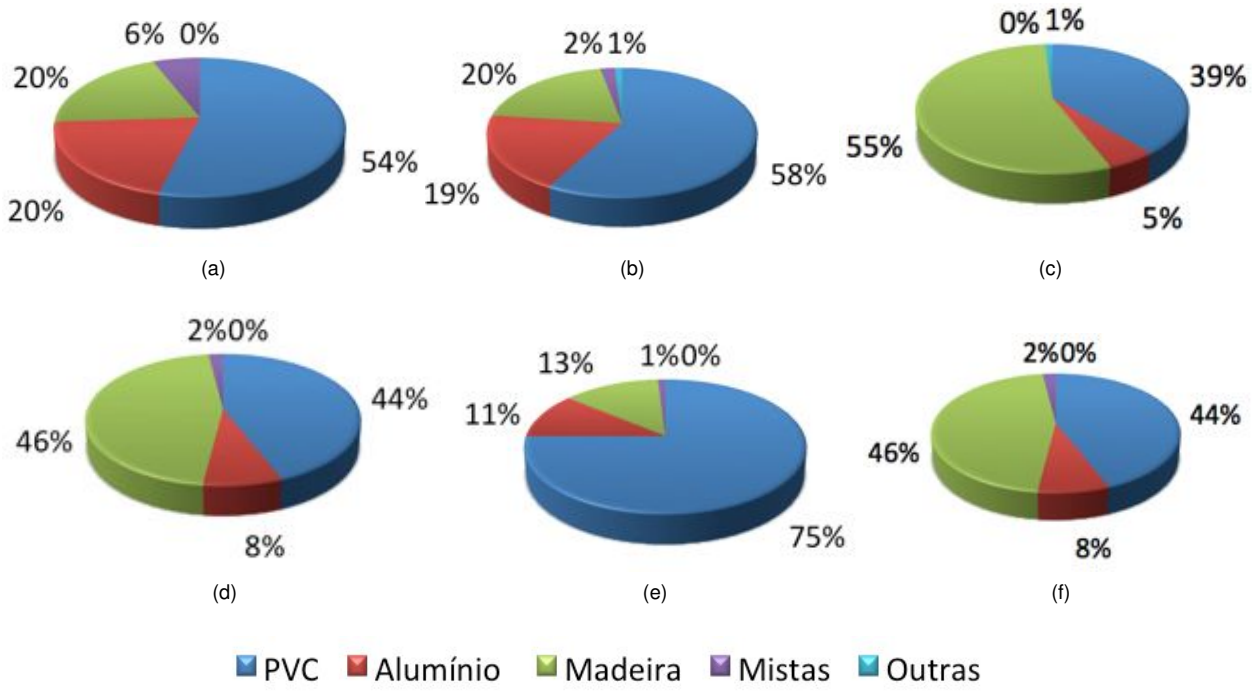
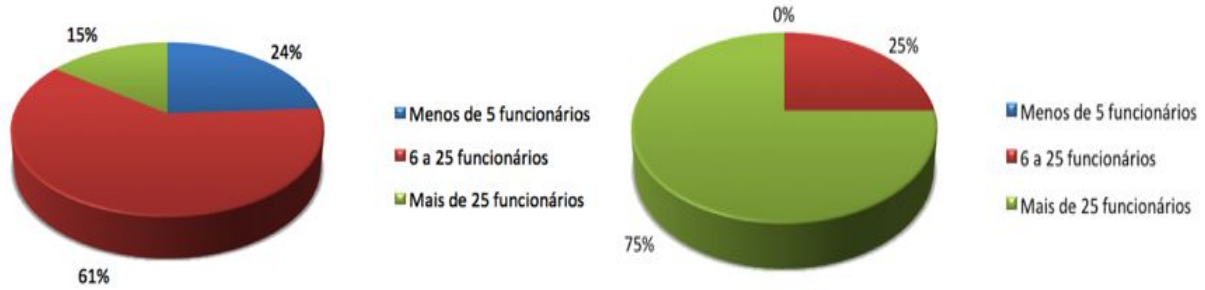


Figura 2.1: Valores referentes à repartição do mercado europeu de sistemas de caixilharia no ano 2006 (em volume) [9]
2.1a Alemanha; 2.1b Reino Unido; 2.1c Polónia, República Checa, Eslováquia, Eslovénia; 2.1d Rússia e Países Bálticos. 2.1e Grécia e Turquia. 2.1f Dinamarca, Noruega, Suécia e Finlândia.

A nível nacional, o LNEC desenvolveu recentemente um inquérito de sondagem de mercado no âmbito da marcação CE [10]. Os dados retirados apontam para uma mudança relevante no setor, tendo em vista uma maior qualidade do produto final. Este estudo dividiu os produtores de caixilharia em fabricantes, e detentores de sistemas de caixilharia.

Deste estudo, podem ser elaboradas algumas conclusões em relação ao panorama da indústria de caixilharias nacional. Pode-se verificar, por exemplo, que 85% das empresas que fabricam janelas são pequenas empresas com menos de 25 trabalhadores, enquanto nas empresas detentoras de sistemas de caixilharia a maioria (75%) possui mais de 25 funcionários. É relevante referir ainda que, no caso das empresas fabricantes de janelas, 25% tem menos de cinco trabalhadores, sendo assim classificadas como micro-empresas.

Estes dados podem ser observados no gráfico da Figura 2.2

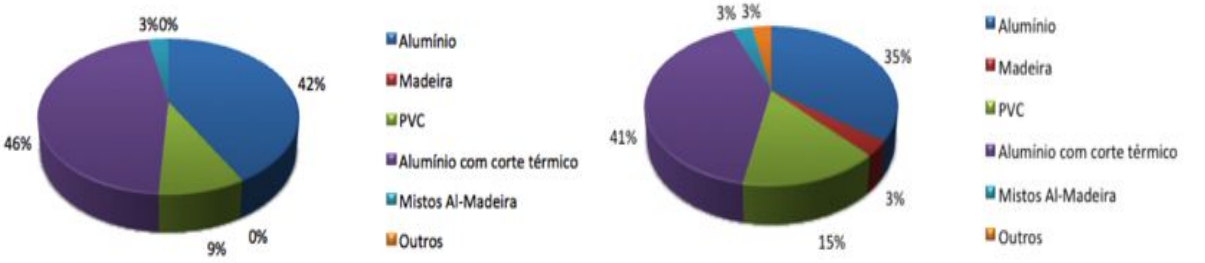


(a) (b)

Figura 2.2: Dimensão típica das empresas [10]:
2.2a fabricantes de janelas; 2.2b detentores de janelas.

Ao nível da gestão e controlo de qualidade, pode-se registar que a totalidade dos detentores de sistemas de caixilharia possui um técnico específico para esta área. Em relação às empresas fabricantes de janelas, apenas 44% [10] afirmou ter um técnico especializado especificamente para esta função.

Relativamente ao tipo de materiais comercializados, foi registado um claro domínio da utilização do alumínio, com 40% do mercado a pertencer aos perfis de alumínio monolítico, outros 40% a perfis de alumínio com corte térmico e apenas 20% para os restantes materiais. Dentro dos restantes materiais, existe a preponderância do PVC com 12% da cota de mercado. Estes dados podem ser observados na fig. 2.3.



(a) (b)

Figura 2.3: Materiais utilizados nos perfis de caixilharia no mercado Português [10]:
2.3a fabricantes de janelas; 2.3b detentores de janelas.

Quanto às tipologias de caixilharia mais utilizadas, existe uma opção do mercado pelas janelas de batente, em detrimento dos sistemas de correr. Isto pode ser explicado pelo maior isolamento acústico, térmico e pela menor permeabilidade ao ar que o sistema de batente proporciona [10].

Ainda de acordo com o mesmo estudo, pode-se concluir que cerca de 60% dos perfis utilizados são produzidos em Portugal, sendo que os dados referentes aos perfis mistos e de PVC são insuficientes para inferir conclusões referentes à sua produção. Ao nível do controlo de qualidade, que está diretamente associado à aceitação da marcação CE, 80% dos fabricantes declara realizar a marcação CE na generalidade da sua produção, afirmando contudo que ainda não existe qualquer barreira à realização do negócio (90%), caso a caixilharia não ostente a declaração de conformidade. Este facto demonstra a necessidade de promover a informação do mercado em relação à obrigatoriedade da marcação CE [10].

Se for tido em consideração que 50% dos detentores de sistemas de caixilharia descontinuou séries de

produção devido à obrigatoriedade da marcação CE, constata-se que a indústria enfrentou uma barreira que obrigou a repensar produtos e, consequentemente, elevou a qualidade do sistema comercializado. O facto de o desempenho mecânico do sistema nem sempre ser declarado pelos fabricantes pode indicar que é neste ensaio que os sistemas têm desempenhos mais fracos, o que condiciona a sua qualidade.

Outro dado relevante, mas não referente à caixilharia propriamente dita, é que existe uma aceitação e comercialização dos vidros duplos baixo emissivos e de controlo solar, constituindo estes já 50% do mercado [10].

Quanto a previsões em relação ao que pode mudar no setor, no relatório da APCMC (Associação Portuguesa de Comerciantes de Materiais de Construção) [11], é indicado que o mercado da reabilitação deverá ganhar força em Portugal. Ainda segundo a mesma associação, as áreas onde deverá existir uma maior investigação e evolução do mercado serão:

- aumento da durabilidade dos materiais de fachada e coberturas face às intempéries;
- isolamentos térmicos, vãos envidraçados, soluções de sombreamento, soluções passivas e bioclimáticas, sistemas de ventilação mecânica, sistemas solares térmicos (obrigatórios na nova regulamentação energética de edifícios), sistemas eficientes de AVAC e de iluminação;
- novos materiais e soluções construtivas, bem como sistemas energéticos (micro geração);
- dotação de propriedades funcionais a produtos de construção (incluindo a utilização de nano-materiais);
- desenvolvimento de novos produtos orientados para a construção sustentável.

Tendo em conta a nova regulamentação como o RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) ou o PNAEE (Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética), e sabendo que durante anos, segundo os dados do *Euroconstruct*, Portugal se manteve afastado do nível de investimento médio da União Europeia (45%), rondando um valor de 25%, parece seguro dizer que é na reabilitação que vai incidir o maior esforço da indústria de caixilharias em Portugal. Assim sendo, deverá existir uma maior investigação e aplicação de novos sistemas e materiais, que sejam ao mesmo tempo mais resistentes, duráveis, termicamente eficientes, sustentáveis e com menores exigências de manutenção.

As necessidades de reabilitação nos edifícios residenciais serão na sua maioria pequenas reabilitações (59 %), estimando-se contudo que o valor total do mercado de reabilitação na vertente habitacional ascenda a cerca de 74 mil milhões de euros [12]. Quanto às operações de manutenção / reparação, irão gerar um fluxo anual de trabalhos de reabilitação de cerca de 535 milhões de euros [12].

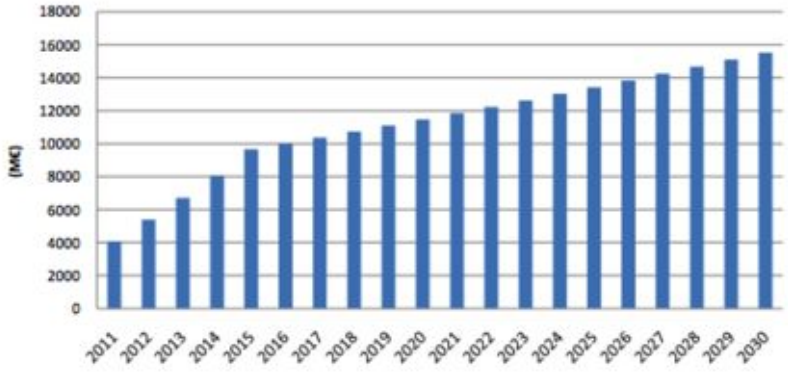


Figura 2.4: Evolução prevista para o mercado da reabilitação em edifícios [12].

É necessário neste ponto fazer uma análise ao panorama energético nacional. Em Portugal, o consumo total líquido de energia primária cresceu 29% entre 1995 e 2004. Esta taxa de crescimento, superior à registada no PIB, fica a dever-se a uma diminuição da eficiência energética na economia portuguesa, em especial nos sectores doméstico, dos transportes e dos serviços. A factura energética paga por Portugal aumentou 268,8% em dez anos e o peso da Energia no défice da Balança de Transacções Correntes ultrapassou 40% em 2004 [13].

Este facto obrigou o governo à criação de nova legislação, como o SCE (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios), conjuntamente com o RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios) e com o RCCTE, e à existência de um PNAEE, que prioriza ações tais como a substituição e reabilitação térmica de janelas. Estas medidas trazem desafios novos aos produtores nacionais de caixilharia e perspectivas de um aumento do volume de negócios no setor.

Para tal, tem contribuído a Associação Nacional dos Fabricantes de Janelas Eficientes (ANFAJE), que tem trazido ao público factos como a simples reabilitação térmica das janelas de um apartamento comum poder ser traduzida em poupanças energéticas, ou o facto de esse tipo de intervenção ser dedutível no IRS até recentemente. Esta associação tem trabalhado também para a operacionalização de medida Janela Eficiente, e ainda para a criação de uma etiqueta energética, à semelhança do que acontece com os eletrodomésticos, de modo a complementar a marcação CE e a permitir uma mais fácil escolha ao consumidor final.

Com todos estes desafios, o sector da caixilharia em Portugal enfrenta agora não só um período de crescimento potencial, mas também de uma maior normalização e de uma tendência de aumento da qualidade das soluções propostas.

Se o PNAEE cumprir os objetivos a que se propõe, até 2015 terão de ser substituídas ou reabilitadas termicamente janelas em cerca de 200 mil fogos, o que se traduz num volume de negócio superior a 500 milhões de euros [14], e segundo estudo da AECOPS (Associação de Empresas de Construção Civil e Obras Públicas) em 2012, aponta-se que o "mercado da reabilitação em Portugal vale 200 mil milhões de euros" [8], num futuro próximo.

Neste sentido, e considerando que a maioria das empresas de materiais de construção são ainda PME (97%) [11], é urgente criar medidas de modernização do sector, permitindo às empresas inovar e evoluir, ou estagnar e não sobreviver à crescente competitividade do mercado. Neste sentido, é necessária a criação de certificação apropriada e sistemas de apoio às empresas, tais como o CAP de montador de janelas, ou a etiqueta energética acima mencionada. Estes sistemas permitiriam dar um incentivo às empresas para que prestem um melhor serviço ao consumidor final, bem como obrigando à adaptação das mesmas ao mercado.

2.3 Normalização de caixilharias

Sendo um assunto relevante num trabalho neste âmbito, vai-se agora explicitar o enquadramento normativo da produção de caixilharias em Portugal. Inicia-se com uma breve descrição da legislação nacional aplicável a este tema, passando depois para a exigência da marcação CE pela UE e as suas implicações no teste e produção de caixilharia. Dentro da temática da marcação CE, faz-se apenas uma breve síntese dos pontos essenciais do processo, não se pretendendo tornar a descrição exaustiva.

2.3.1 Legislação aplicável

Para projetar, montar e até para efeitos de controlo de qualidade dos diferentes sistemas de caixilharias, torna-se essencial a definição de uma série de parâmetros de avaliação e teste que se torna essencial explicitar. Desde a publicação da Diretiva 89/106 CE [15] dos produtos de Construção (DPC), que as caixilharias são abrangidas por um regulamento específico que regulamenta a sua colocação no Espaço Económico Europeu (EEE). Esta diretiva regula na União Europeia o desempenho mínimo esperado pelos produtos destinados a ser incorporados ou aplicados de forma permanente, nos empreendimentos de construção [16].

Foi no entanto publicado, em 2011 o Regulamento (EU) n.º 305/2011 de 9 de Março dos Produtos de Construção (RPC), que vem substituir a DPC. No entanto, com a exceção de alguns artigos, o RPC apenas entrará em vigor a 1 de Julho de 2013 [16], pelo que nesta dissertação ainda se mantém a DPC como base de referência.

As exigências diretas da DPC são as seguintes:

- resistência mecânica e estabilidade;
- segurança em caso de incêndio;
- higiene, saúde e proteção do ambiente;
- segurança na utilização;
- proteção contra o ruido;
- economia de energia e isolamento térmico.

Exige-se ainda a prevalência destas características durante um espaço de tempo "economicamente razoável". Para que isto aconteça em todos os produtos destinados à construção, têm sido publicadas normas europeias harmonizadas [1] para os produtos em que a DPC se aplica.

Assim sendo, todas as caixilharias têm de cumprir uma série de requisitos técnicos essenciais, traduzidos pela obtenção da marcação CE. Estes estão definidos no anexo ZA da norma harmonizada NP EN 14351-1: 2006, que é a norma europeia harmonizada para portas e janelas – enquadrada pela Diretiva dos Produtos de Construção (DPC). Esta norma tem como finalidade a atribuição da marca CE aos produtores de caixilharias que a cumprirem.

Da legislação nacional aplicável aos produtos de caixilharia decorrem também exigências relativamente às seguintes características:

• Regulamento Geral das Edificações (RGEU) [17], que estabelece normas qualitativas nos artigos 15º, 16º e 17º;

• Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) [18]:

-emissão de substâncias perigosas;

-coeficiente de transmissão térmica;

• Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) [19]:

-desempenho acústico;

• Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [20]:

-coeficiente de transmissão térmica;

[1] A expressão norma europeia harmonizada identifica as normas adotadas pelos organismos europeus de normalização, elaboradas de acordo com as orientações dos ditos organismos, pela Comissão Europeia, obedecendo a um mandato emitido pela Comissão após a consulta dos estados-membros [16].

-permeabilidade ao ar.

Como complemento à legislação acima referida, o LNEC publicou uma série de documentos sem carácter obrigatório, mas que têm servido como referência a projetistas, fabricantes, instaladores de caixilharias e empresas de construção [16], sendo eles referentes às seguintes características:

• ITE 51 – Componentes de edifícios. Seleção de caixilharia e seu dimensionamento mecânico [21]:
-estanqueidade à água;
-resistência ao vento;
-resistência ao impacto;
-segurança dos dispositivos de manobra;
-permeabilidade ao ar;
• ITE 52 – Componentes de edifícios. Aspecto de segurança e resistência mecânica do vidro [22]:
-resistência ao impacto;
• ITE 56 – Janelas e portas pedonais exteriores. Guia para a marcação CE [16].

No entanto, existem ainda características de desempenho de caixilharias que se tornam relevantes para o seu uso em edifícios, estando na sua maioria previstas na norma EN 14351-1+A1, embora não sejam ainda normas harmonizadas. Interessa assim aos fabricantes realizar os ensaios necessários à quantificação da prestação dos diversos sistemas, com vista à sua melhoria e a uma maior informação do projetista/consumidor. De entre estas, o ITE 56 [16] destaca as seguintes:
-resistência ao impacto em janelas;
-durabilidade;
-forças de manobra;
-resistência mecânica;
-resistência a manobras repetidas de abertura e fecho.

2.3.2 Marcação CE

Desde Fevereiro de 2010 que passou a ser obrigatória a marcação CE em todas as caixilharias, pelo que cabe ao fabricante a certificação de todos os sistemas e o controlo sobre a produção final.

De modo a obter a marcação CE em caixilharias, de acordo com a tabela ZA.2 da norma EN 14351-1+A1, o fabricante tem ao seu alcance três sistemas possíveis sendo eles o 1, 3 e 4. Na generalidade dos caso de janelas e sistemas de caixilharia, aplica-se o sistema 3.

Este **sistema 3** de avaliação da conformidade requer que o fabricante cumpra os seguintes requisitos:

• a realização de ensaios iniciais (ITT – Initial Type Test) ao produto, sobre as caraterísticas estabelecidas pela norma a efetuar por um laboratório notificado;

• a implementação pelo fabricante de um sistema de controlo interno da produção (FPC) relativo às principais caraterísticas a declarar pelo fabricante na etiqueta da marcação CE do seu produto.

2.3.2.1 ITT- Ensaios tipo iniciais

O ITT consiste num "conjunto de ensaios ou outros procedimentos (como por exemplo o cálculo, consulta de tabelas, CAP [2], CWFT [3]) necessários para a determinação das características de desempenho especificadas em amostras representativas do tipo de produto [16].

Os ensaios necessários para realização dos ITI, estão explicitados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Normas utilizadas para ITI [10].

Caraterísticas	Norma de ensaio/ Cálculo	Tipo de janela/ Observações
Resistência às acções do vento*	EN 12211	Para todo o tipo de janelas.
Estanqueidade à água*	EN 1027	Para todo o tipo de janelas.
Desempenho acústico*	EN ISO 140-3 (ensaio) e EN 14351-1 +A1 B (cálculo	Para todo o tipo de janelas. Tipos específicos.
Coeficiente de transmissão térmica*	N ISO 10077-1 (cálculo) EN ISO 10077-2 (cálculo) EN ISO 12567-1 (ensaio) EN ISO 12567-2 (ensaio)	Para todo o tipo de janelas.
Propriedades de radiação*	Obtidas por via da marcação CE dos vidros.	Para todo o tipo de janelas.
Permeabilidade ao ar*	EN 1026 e EN 14351-1 +A1, Anexo I (CAP)	Para todo o tipo de janelas.
Resistência mecânica dos dispositivos de segurança	EN 12049 -1	Para todo o tipo de janelas.
Substâncias perigosas	Cabe ao fabricante identificar as substâncias contidas no seu produto e verificar se constam na base de dados sobre substâncias perigosas	Para todo o tipo de janelas.

* - Para produção não em série, estes ITI podem ser determinados pelo fabricante.

Os ITI, como referido, podem também ser obtidos pelos fabricantes através da CAP, com base nos ITI realizados pelos detentores de sistemas. Isto é materializado através de uma relação contratual entre fabricantes e fornecedores de sistemas de caixilharias, onde o fabricante possui uma cópia dos ITI e recebe informação do Controlo Interno de Produção (FPC), bem como instruções para montagem e instalação dos componentes. O fabricante assume a responsabilidade do produto final ser em conformidade com a DPC e os ITI que lhe foram fornecidos.

2.3.2.2 FPC- Controlo interno de produção

É obrigatório para a obtenção da certificação CE que o fabricante crie e mantenha um sistema de controlo interno da produção em fábrica (FPC). Este sistema deve ser adequado ao tipo, quantidade e processo de fabrico da caixilharia, sendo essencial contudo a calibração dos aparelhos de medida e controlo e a criação de um plano de inspeções e registos. Estes procedimentos têm como objetivos [16]:

1. Garantir que as condições da produção se conservem constantes, permitindo que se mantenha o desempenho do produto de acordo com os ITI;

[2] CAP- Caraterística de desempenho declarada pelo fabricante para o produto, sem ensaios ou cálculos, com base em indicações incluidas na especificação técnica [16].

[3] Procedimento pelo qual uma caraterística é determinada inicialmente por ensaio de tal forma que os fabricantes possam utilizar esse valor sem necessidade de ensaios adicionais.

2. Assegurar que os procedimentos de produção garantam a rastreabilidade do produto;

3. Assegurar que o produto acabado se encontra conforme os requisitos na norma harmonizada EN 14351-1 A1.

2.3.2.3 Documentação e marcação CE

Após a obtenção da marcação CE, o fabricante deve proceder à marcação individual de todos os produtos acabados, bem como à elaboração de uma série de documentos. Os mais relevantes serão:
- instrução de instalação do produto (se não for o responsável do assentamento em obra);
- instruções de uso e manutenção dos produtos;
- declaração de conformidade dos produtos fornecidos;
-cópia do certificado de conformidade emitido por um laboratório certificado;

2.3.2.4 Fabrico individual

Caso existam da parte do cliente pedidos para aplicações específicas que exijam ajustar o processo de produção ou de maneira a conseguirem desempenhos diferentes dos produtos fabricados em série, a certificação dos produtos pode ser feita sem recorrer a um organismo certificado. Isto pode acontecer de acordo com o *Guidance Paper M* e com a EN 14351-1 A1, para janelas do sistema 3, de acordo com o quadro ZA.3b. As características que podem ser determinadas pelo fabricante são as demonstradas na Tabela 2.1.

Para finalizar o sub capítulo da normalização em caixilharias, recomenda-se a leitura do Anexo A, onde são definidas as principais normas europeias relacionadas com caixilharias. Interessa, no entanto, também explicitar os principais ensaios possíveis aos requisitos funcionais em caixilharias, contemplados nas normas europeias. Entre eles, estão os necessários à certificação CE (ITI), como se pode observar no Anexo B.

2.4 Requisitos funcionais da caixilharia e critérios de seleção

As exigências colocadas hoje em dia ao funcionamento e seleção da caixilharia incluem e extravasam as definidas na legislação e normalização definidas acima. Assim sendo, os fatores de escolha e seleção de um sistema de caixilharia são, na maioria dos casos, dependentes do cliente final ou do projetista. Sendo obrigatório cumprir as normas aplicadas, o sistema de caixilharia tem no entanto de satisfazer uma série de critérios com um peso subjetivo e variável, que determinam a sua qualidade para situações ou locais específicos. As características mais comuns nessa avaliação são assim as referidas na Tabela 2.2.

Não se torna relevante no entanto explicitar a totalidade destas caraterísticas no âmbito desta dissertação, pelo que se vai apenas pormenorizar as contempladas no ITE 52 como critérios de seleção de caixilharias, o isolamento acústico e o isolamento térmico. Estes requisitos foram escolhidos com base no facto de serem os mais relevantes nas publicações relativas ao tema. Nas caraterísticas contempladas no ITE 52, será enunciado o método de ensaio e classificação, os requisitos impostos ao sistema de caixilharia e os critérios de seleção, enquanto nas restantes será caraterizada a ação, definidos os requisitos da caixilharia e explicitado o método de ensaio, pelo que a seleção fica a cargo do cliente final / projetista . Os principais critérios de seleção de caixilharias são assim os seguintes (adaptado [23]; [24]; [25]):

- -resistência às ações do vento;
- -estanqueidade à água;

- -permeabilidade ao ar;
- -resistência às solicitações de utilização;
- -isolamento acústico;
- -isolamento térmico.

Tabela 2.2: Requisitos funcionais utilizados para seleção de caixilharias (adaptado de [23]; [24]; [25]).

Requisitos funcionais		
Características de segurança	Desempenho mecânico	Resistência às acções do vento
		Resistência às cargas da neve
		Resistência ao impacto
		Resistência a acções de manobra
		Resistência contra a intrusão
		Resistência mecânica das fixações
		Resistência mecânica dos envidraçados
		Resistência a explosões
		Características de segurança de fecho
		Resistência a ciclos repetidos de abertura e fecho
		Segurança de manobra
	Comportamento ao fogo	Resistência ao fogo exterior
		Reação ao fogo
	Químicas	Emissão de substâncias perigosas
Características de habitabilidade	Estanqueidade/ Permeabilidade	Permeabilidade ao ar
		Estanqueidade à água
		Barreira á passagem de insetos
		Estanqueidade a partículas em suspensão
	Caraterísticas Higrotérmicas	Isolamento térmico
		Reação a condensações
		Proteção contra o ruído
		Isolamento à transmissão de sons aéreos
		Vibrações
	Aspecto	Tipo de acabamento
		Cor
		Textura
	Iluminação	Transmissão luminosa
		Fator solar
		Visibilidade
		Proteção solar
		Ocultação
	Manobra	Facilidade de manobra
		Facilidade de ajuste
Durabilidade	Características funcionais	Tipologia
		Conservação das características funcionais
	Manutenção e reparação	Facilidade de limpeza
		Facilidade de manutenção
	Economia	Custo inicial
		Custo limpeza
		Custo de manutenção
	Ambiente	Reciclabilidade
		Reutilização
		Emissão de poluentes

2.4.1 Resistência às ações do vento

A resistência às ações do vento é, em muitos casos, o factor condicionante do projeto de caixilharias. Interessa assim definir qual o valor de projeto desta ação e quais os parâmetros mínimos aceitáveis que a caixilharia deve cumprir.

2.4.1.1 Método de ensaio e classificação

Em Portugal, a ação do vento é caracterizada no RSA (Regulamento de Segurança e Ações), sendo complementado para o caso de janelas pelo documento Qualificação de componentes de edifícios : selecção de janelas em função da sua exposição [21]. Para além da ação estrutural, o rumo dominante do vento, as suas condições de humidade e velocidade, que variam de acordo com o local e a altura do ano, condicionam o comportamento térmico e a ventilação do ambiente interior das habitações

A ação do vento é assim, segundo o RSA, dependente dos seguintes fatores:

1. A localização geográfica; o país dividido em duas zonas, A e B, onde a A contempla todo o território, à excepção das zonas costeiras e insulares, pertencentes à zona B;

2. A rugosidade do terreno; existem três tipos de terreno, o tipo I, onde a rugosidade é maior (interior de zonas urbanas); o tipo II, para a generalidade do território (zonas rurais e periferias de zonas urbanas); tipo III, que contempla a menor rugosidade (extensões de zonas planas, ou na proximidade de extensas zonas de água);

3. O efeito de proteção da ação do vento causado por obstáculos próximos, naturais ou artificiais, e que depende basicamente da sua altura e distância ao elemento considerado.

Com base nestes fatores, deve ser assim analisada a ação do vento na zona em questão, e verificada a conformidade com os valores obtidos nos testes realizados à caixilharia. Os testes para a resistência à ação do vento de caixilharias para janelas devem ser de acordo com a norma EN 12211: 2000 (ver Anexo A) e os respetivos resultados devem ser expressos de acordo com a norma EN 12210 : 1999 (ver Anexo A).

Para expressão dos resultados, estão previstas seis classes regulares de resistência à pressão numeradas de 0 a 5, onde a classe 0 corresponde a caixilhos não ensaiados e a classe 5 à pressão de resistência mais elevada. Está também prevista uma classe excepcional de resistência à pressão *Exxx*, aplicada nas situações onde a resistência ultrapassa a classe 5, e onde *xxx* representa o valor da pressão do ensaio de deformação.

O valor obtido para os ensaios de deformação é assim dado pelo valor P1, sendo que o valor obtido para os ensaios de segurança à pressão é dado pelo valor P3 na Tabela 2.3, onde são definidos os valores de pressão correspondentes a cada classe de pressão.

Tabela 2.3: Classificação da caixilharia em relação às ações do vento (Norma Europeia EN 12210).

Classe de resistência à ação do vento	P_1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)
0	Não ensaiada		
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
Exxx*	xxxx		
* Uma amostra ensaiada com uma pressão superior à Classe 5 classifica-se como Exxx, onde xxx corresponde à pressão de ensaio P1 específica (por exemplo E2350 Pa).			

2.4.1.2 Requisitos da caixilharia

Pretende-se que os elementos livres (travessas e montantes da parte central da caixilharia) estejam dimensionados de acordo com as solicitações da zona onde for colocada a caixilharia. Todos os esforços devem ser transmitidos corretamente à estrutura do edifício, neste caso ao contorno do vão. A caixilharia

não se deverá assim deformar excessivamente, e, no caso de ventos fortes, não pode ser arrancada do vão, as folhas não se devem abrir e os vidros devem permanecer inteiros.

Não devem ainda ser excedidas deformações relativas máximas de 1/150 do vão considerado, para os perfis de sistemas de vidro simples e 1/200 para os sistemas de vidros isolantes (duplos ou triplos). A deformação máxima absoluta não pode ainda superar 15 mm, para o primeiro caso e 11 mm para os segundos [21]. No caso de sistemas de caixilharia que careçam de aprovação técnica, prevalecem os valores nela constantes.

2.4.1.3 Critérios de seleção

É assim recomendado que a seleção de janelas seja feita de acordo com a ação do vento anteriormente explicitada e com a altura de aplicação da caixilharia, de acordo com o explicitado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Seleção da classe de resistência ao vento em janelas e portas exteriores [21].

Cota	Fachadas abrigadas	Regulamentação					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	2	2	3	4	3	3	4
15	2	2	3	4	3	4	5
18	2	2	3	4	3	4	5
28	2	3	4	4	3	4	5
40		3	4	5	4	5	B
50		3	4	5	4	5	B
60		3	4	5	4	5	B
70		4	4	5	4	5	B
80		4	5	5	4	5	B
90		4	5	A	5	A	B
100		4	5	A	5	A	
A- A utilização de janelas de classe 5 é limitada a alturas até 80 m. B- A pressão de ensaio excede os valores previstos na norma, sendo necessário o seu cálculo caso a caso.							

2.4.2 Estanqueidade à água

Sendo uma das principais funções da caixilharia, a estanqueidade à água deve ser assegurada na grande maioria das situações. Esta caraterística deve ser garantida através da utilização de borrachas isolantes, bem como de um correto desenho dos perfis utilizados, e da limpeza frequente dos orifícios que garantem a evacuação da água. É permitida, no entanto, a escorrência de pequenas quantidades de água para o interior, em situações de solicitações extremas.

2.4.2.1 Método de ensaio e classificação

A entrada de água nas caixilharias pode ser feita de várias maneiras, entre as quais por capilaridade, gravidade, ou por acção da precipitação, conjuntamente com a ação do vento. Caso existam juntas ou frestas na caixilharia, se as partículas de precipitação se encontrarem animadas pela força do vento, essa energia horizontal pode ser a necessária para causar a sua penetração para o interior da janela, ou dos caixilhos. Este facto pode prejudicar a qualidade de ambiente interior, danificar os paramentos interiores, ou causar a degradação da própria caixilharia através do humedecimento prolongado dos perfis.

Contudo, recomendações recentes não distinguem a acção do vento e da chuva, nas classes de exposição definidas. Prevalece assim a ação do vento, explicitada anteriormente, materializada através de classes

de pressão para ensaios. Embora a ação da água e a sua penetração nos edifícios seja um fenómeno estudado e uma problemática comum em Portugal, a base do estudo da sua penetração em caixilharia é principalmente fruto de experiências empíricas.

O ensaio para o teste da estanqueidade do sistema de caixilharias deve ser realizado de acordo com a norma EN 1027: 2000 (ver Anexo A) e os respetivos resultados devem ser expressos de acordo com a norma EN 12208 : 1999 (ver Anexo A).

Para expressão dos resultados, estão previstas dez classes regulares de resistência à pressão numeradas de 0 a 9, onde a classe 0 corresponde a caixilhos não ensaiados e a classe 9 a caixilhos de estanqueidade à água à pressão mais elevada. À semelhança da resistência à ação do vento, está também prevista uma classe excecional de resistência à pressão *Exxx*, aplicada nas situações onde a resistência ultrapassa a pressão de 600 Pa, e onde *xxx* representa o valor da pressão de ensaio para a qual a janela ainda é estanque.

Durante o ensaio, o protótipo é aspergido com água à medida que se aumenta a a pressão, em patamares de cinco minutos, até ao seu limite de estanqueidade. Os resultados são assim expressos de acordo com a Tabela 2.5

Tabela 2.5: Classificação da caixilharia em relação à estanqueidade à água (Norma Europeia EN 12208).

Classe de resistência	$P_{0,33}$ (Pa)	$P_{0,1}$ (Pa)
2	50	100
3	100	150
4	150	200
5	200	250
6	250	300
7	300	450
8	450	600
9	600	750
Exx	$600 < P_{0,33}$	$750 < P_{0,1}$

Quanto à classe 1, uma vez que corresponde à estanqueidade do sistema de caixilharia sem pressão do vento, não é recomendada para usos exteriores. Existem ainda dois tipos de ensaios que podem ser realizados, o ensaio do tipo A, onde é ensaiada a totalidade da face exposta da caixilharia, e o método B, onde apenas uma parte do caixilho se encontra exposta.

2.4.2.2 Requisitos da caixilharia

O sistema de caixilharia é considerado estanque quando a água não atinge partes da construção, ou da própria janela que supostamente não deveriam ser atingidas. Segundo a regulamentação francesa [26], é permitida à janela a perda das suas características de estanqueidade para condições com um período de retorno de 10 anos, tendo obrigatoriamente de se manter estanques para períodos de retorno de 3 anos.

Assim, para estes períodos de retorno, foram considerados os valores dos máximos das velocidades médias do vento para intervalos de dez minutos. As probabilidades de estes serem excedidos num ano são respetivamente 0,1 e 0,33.

2.4.2.3 Critérios de seleção

Não se recomenda para a seleção de caixilharia a utilização de resultados de ensaios do tipo B, descrito anteriormente. É assim também recomendado que a seleção de janelas seja feita de acordo com a ação

do vento anteriormente explicitada e com a altura de aplicação da caixilharia e tendo em conta o abrigo da fachada, utilizando os resultados de ensaios do tipo A, de acordo com o explicitado na Tabela 2.6.

Tabela 2.6: Seleção da classe de estanqueidade à água em janelas e portas exteriores [21].

Cota	Fachadas abrigadas	Regulamentação					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	2	3	3	5	3	4	6
15	2	3	4	6	3	4	7
18	3	3	4	6	3	5	7
28	3	3	5	7	4	6	7
40		4	5	7	4	6	7
50		4	6	7	5	7	8
60		4	6	7	5	7	8
70		5	6	7	6	7	8
80		5	7	7	6	7	8
90		5	7	8	6	7	8
100		6	7	8	7	8	8

2.4.3 Permeabilidade ao ar

Embora a ventilação dos espaços seja essencial ao conforto dos seus ocupantes, de maneira a substituir o oxigénio, eliminar odores e o excesso de humidade, a infiltração ou exfiltração descontrolada de ar é prejudicial a esse mesmo conforto. Isto acontece porque a troca de ar descontrolada entre o ambiente interior e exterior causa elevados ganhos térmicos em tempo quente e perdas de calor em tempo frio, podendo permitir a infiltração de água da chuva e até poeiras e partículas em suspensão do exterior.

2.4.3.1 Método de ensaio e classificação

A quantidade de ar infiltrada pela caixilharia vai depender diretamente da diferença de pressões entre o ambiente interior e o ambiente exterior. Esta diferença de pressões pode ser causada pelas diferentes temperaturas, ou pela ação direta do vento, ou até por ambas.

O ensaio para o teste da permeabilidade ao ar do sistema de caixilharias deve ser realizado de acordo com a norma EN 1026: 2000 (ver Anexo A) e os respetivos resultados devem ser expressos de acordo com a norma EN 12207 : 1999 (ver Anexo A).

Na norma, estão previstas cinco classes de classificação, numeradas de 0 a 4, sendo a classe 0 reservada a caixilhos não ensaiados e a classe 4 a caixilhos de menor permeabilidade ao ar, explicitadas na Tabela 2.7.

Tabela 2.7: Classificação da caixilharia relativamente à permeabilidade ao ar (Norma Europeia EN 12210).

Classe	Pressão máxima de ensaio (Pa)	Q100- Permeabilidade ao ar de referência (Pressão de ensaio = 100 Pa).	
		Por superfície total ($m^3/h.m^2$)	Por comprimento de juntas ($m^3/h.m$)
0	-	não ensaiada	
1	150	50	12,5
2	300	27	6,75
3	600	9	2,25
4	600	3	0,75

2.4.3.2 Requisitos da caixilharia

Segundo estudos realizados pelo LNEC [27], a utilização da permeabilidade ao ar da caixilharia de modo a assegurar a ventilação dos edifícios é uma forma ineficiente de ventilar os edifícios. Isto acontece porque os edifícios equipados com grelhas de ventilação apresentam perdas térmicas menores. Em média, para janelas de alumínio do tipo de correr, a classe de permeabilidade ao ar é 2 (EN 12207) [27]. Já para tipologias de batente, em média a classe atingida é a classe 4 [27], embora existam também alguns sistemas de correr que atingem as classes 3 e 4.

Num estudo realizado no LNEC a quatro edifícios, os valores obtidos mostram que as janelas são responsáveis por cerca de 5 a 11% da permeabilidade dos edifícios enquanto que as frinchas na caixas de estore podem ser responsáveis por cerca de 15% a 50% da permeabilidade ao ar.

A permeabilidade ao ar em edifícios deve ser assim limitada de forma a "reduzir as perdas de calor, limitando a potência de instalação de aquecimento"e "evitar as correntes de ar frio"[28] .

2.4.3.3 Critérios de seleção

Para a seleção de janelas relativamente relativamente à permeabilidade do ar, para além das variáveis presentes nos critérios de seleção anteriores, tem-se ainda a existência ou não de ventilação por dispositivos mecânicos. No caso da existência de dispositivos mecânicos de ventilação, deve ser restringida a infiltração e exfiltração causada pelas caixilharias, pelo que é recomendada a utilização de caixilharias uma classe acima do sugerido pela Tabela 2.8.

Tabela 2.8: Seleção da classe de permeabilidade ao ar em janelas e portas exteriores [21].

Cota	Fachadas abrigadas	Regulamentação					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	1	1	2	2	1	2	2
15	1	1	2	2	1	2	2
18	1	1	2	2	1	2	3
28	1	1	2	2	2	2	3
40		2	2	3	2	2	3
50		2	2	3	2	2	3
60		2	2	3	2	3	3
70		2	2	3	2	3	3
80		2	2	3	2	3	3
90		2	3	3	2	3	3
100		2	3	3	2	3	3

2.4.4 Resistência às solicitações de utilização

De acordo com a DPC, todos os materiais não-estruturais devem cumprir o requisito de ser seguros nas condições normais de utilização. Neste contexto, a caixilharia deve resistir a:

1. Impactos;
2. Esforços mecânicos de manobra;
3. Ciclos repetidos de abertura e fecho.

2.4.4.1 Método de ensaio e classificação

Os ensaios devem ser realizados de acordo com as normas EN 12046-1:2003 (esforços de manobra), EN 14608:2004 (resistência no plano da folha) e EN 14609:2004 (resistência à torção). Os resultados são expressos de acordo com a norma EN13115:2001.

Esta norma classifica a caixilharia em três classes de ações de manobra, numeradas de 0 a 2, sendo a classe 0 para caixilhos não ensaiados, e a classe 2 a de ações menores. Para a resistência no plano da folha e à torção, estão também previstas cinco classes de resistência, sendo a 0 reservada a caixilhos não ensaiados e a classe 4 à classe de maior resistência.

Para o ensaio a forças de impacto, as folhas móveis devem ser submetidas ao ensaio de acordo com a norma EN 13049:2003, e classificadas de acordo com os critérios aí referidos. A classificação é assim feita de 1 a 5 sendo a classe 5 correspondente à energia mais elevada.

Para testar a durabilidade mecânica das caixilharias, deve ser utilizada a norma EN 1191:2000, e os resultados devem ser classificados de acordo com a norma EN 12400:2002. Este contempla para janelas três classes, 1, 2 e 3, sendo a primeira correspondente a resistências de 5 000 ciclos e a terceira a 20 000. Para a homologação de janelas, segundo as Directivas comuns UEAtc, é necessária a realização de um ensaio de durabilidade mecânica de classe 2, que consiste na abertura e fecho da folha móvel durante 10 000 ciclos.

Para a avaliação dos aspetos de resistência à agressividade do ambiente onde vão ser instaladas, pode ser relevante a realização de testes específicos aos perfis e aos vários componentes do sistema. De acordo com a norma de produto EN 14351-1:2006, devem ser utilizadas as normas individuais dos diversos componentes para a certificação dessa durabilidade [21].

No entanto, consoante a tipologia da caixilharia, estão previstos diferentes tipos de ensaios, de maneira a testar o esforço ou esforços condicionantes.

Na Tabela 2.9, pode-se observar quais os testes a realizar para as diferentes tipologias (ver Tabelas 2.13 e 2.14).

Tabela 2.9: Ensaios a realizar de acordo com a tipologia de caixilharia [29].

Tipologia da caixilharia	Ensaio de flexão	Ensaio de empeno	Ensaio de torção	Ensaio de deformação diagonal	Ensaio de dispositivos de abertura restringida
Batente / Oscilo-batente					
Batente de eixo vertical					
Abertura interior	X	X			
Abertura exterior	X	X			
Batente de eixo horizontal	X				X
Pivotante					
Pivotante de eixo vertical	X	X			X
Pivotante de eixo horizontal	X				X
Correr	X		X	X	
Guilhotina	X		X	X	X

Os diferentes ensaios consistem no seguinte:

• ensaio de flexão: pretende simular a tentativa de forçar a abertura da caixilharia, aplicando uma força perpendicular ao plano do caixilho;

• ensaio de empeno: pretende simular o suporte de pesos pela folha móvel, quando esta se encontra aberta, através da aplicação de uma força vertical nessas condições;

• ensaio de torção: aplicado em sistemas de correr, pretende simular uma força de torção entre o caixilho

móvel e o aro que lhe serve de suporte, de modo a verificar as deformações daí resultantes;

• ensaio de deformação diagonal: pretende simular os esforços na caixilharia de correr caso exista uma obstrução das folhas móveis durante movimentos de abertura ou fecho das mesmas;

• ensaio de dispositivos de abertura restringida: destina-se a caixilharias com dispositivos de abertura restringida, tais como o sistema de oscilo-batente; pretende simular uma ação instantânea sobre as ferragens de contenção e estudar o seu comportamento.

2.4.4.2 Requisitos da caixilharia

Quando a caixilharia sofre um impacto, é necessário que não se deforme ou ceda, mantendo as suas características funcionais e nunca pondo em causa a segurança dos utentes. Para este requisito, é de extrema importância a qualidade do vidro utilizado.

Quanto aos esforços resultantes da operação normal dos mecanismos de ferragens, deles podem resultar empenos, deformações ou arrancamento de ferragens. Pretende-se que a caixilharia resista sem nenhuma dessas anomalias a determinado tipo de esforços normalizados. Após ciclos repetidos de abertura e fecho, podem ocorrer deformações, ou defeitos críticos no sistema de caixilharia, tais como a perda de manobrabilidade, ou deformações e desgastes excessivos. Assim sendo, este teste tem como objetivo garantir que, ao longo da vida útil da janela, esta não perde qualidades de operacionalidade demasiado cedo, não necessitando assim de um maior cuidado de manutenção do que o previsto em projeto. O ensaio de durabilidade mecânica considera assim uma vida útil de cerca de 25 anos para a janela [21].

2.4.4.3 Critérios de seleção

Para a seleção de janelas às solicitações de utilização, é sugerido pelo ITE 51 que, para cada tipologia de janelas, sejam adoptadas classes de forças de manobra diferentes. O resumo das considerações realizadas neste sentido pode ser observado na Tabela 2.10.

Tabela 2.10: Seleção da classes mínimas de esforços de manobra em folhas móveis de janelas [21].

Tipo de janela	Classe de forças de manobra
Folhas giratórias com 1 puxador	Classe 2
Folhas giratórias com 2 puxadores	Classe 1
Folhas de correr de peitoril	Classe 2
Folhas de correr de sacada	Classe 1
Folhas de guilhotina	Classe 1
Outros tipos de folhas	Classe 1

Da mesma maneira, as classes mínimas definidas para a ação de forças estáticas pelo ITE 51 podem ser consultadas na Tabela 2.11 e a relação entre a classe de resistência e a intensidade de utilização na Tabela 2.12.

Tabela 2.11: Seleção da classes mínimas de esforços estáticos em janelas [21].

Tipo de janela	Força no plano da folha	Força horizontal
Folhas giratórias de eixo vertical	Classe 3	Classe 2
Folhas giratórias de eixo horizontal	Classe 2	Classe 1
Folhas com movimentos de translação	Classe 1	Não aplicável

Tabela 2.12: Relação entre intensidades de utilização e classes de durabilidade mecânica em janelas [21].

Classe	Nº Ciclos	Intensidade de utilização
Classe 1	5 000	Reduzida
Classe 2	10 000	Moderada
Classe 3	20 000	Elevada

2.4.5 Isolamento acústico

O ruído influencia diretamente o modo de vida e a habitabilidade interior dos espaços. Assim sendo, surge a necessidade de classificar a caixilharia de acordo com o seu desempenho no isolamento acústico das fachadas.

2.4.5.1 Método de ensaio e classificação

Também na transmissão de ruído, a simulação em modelo matemáticos se torna complexa e com resultados pouco fiáveis. Assim sendo, à semelhança de outros parâmetros, há a necessidade de se recorrer a experiências empíricas, que permitem ter uma aproximação do comportamento geral do sistema de caixilharia ensaiado.

O ensaio experimental será assim realizado com base na EN ISO 140-3:1995. Esta norma prevê a existência de dois locais (A, B), separados por um elemento barreira de (C). O resultado do método de ensaio é então obtido através da diferença entre o espectro sonoro emitido em A e o espectro sonoro recebido em B, sendo denominado o espectro de isolamento sonoro bruto.

Este valor bruto é normalizado através de áreas de recepção normalizadas, normalmente de 10 m^2. Após esta tentativa de normalização, são feitas medições para várias frequências emissoras e é retirada uma média ponderada cujo método de obtenção vem explicitado na EN ISO 14351-1, ANEXO B.

O resultado deste ensaio é expresso na seguinte expressão:

$$R_W(C;C_{tr}) \tag{2.1}$$

sendo,

C- valor a somar a R_W para ruídos provenientes do interior dos edifícios, ou de tráfego aéreo, para obter o respetivo índice de redução;

C_{tr}-valor de redução a somar a R_W para ruídos de trafego, para obter o respetivo índice de redução.

2.4.5.2 Requisitos da caixilharia

Sendo a caixilharia um elemento leve e que cobre uma descontinuidade na fachada, torna-se um ponto fraco do isolamento acústico e térmico da envolvente do edifício. Embora a regulamentação nacional acústica aplicável, neste caso o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), não imponha exigências diretamente nos sistemas de caixilharia, torna-se óbvio que é nestes que recai a principal responsabilidade pelo mesmo.

Isto acontece devido ao facto de ser inviável aumentar o grau de isolamento das faces opacas da fachada, de modo a compensar a falta do mesmo nas caixilharias, o que torna essencial a utilização de caixilharias com um elevado poder isolante. Neste sentido, o tipo de vidro utilizado e a boa selagem das juntas assumem um papel preponderante na barreira ao ruído e também para evitar que a própria caixilharia se torne uma

fonte de ruído devido a vibrações nos seus componentes.

Quanto à seleção da caixilharia adequada, não havendo ainda recomendações técnicas com base em classificações, a escolha terá de ser feita pelo projetista, adaptando o resultado dos ensaios da caixilharias, com o local e a intensidade de ruído do presente e a provável no futuro. Esta escolha deve sempre ter por base medições efetuadas no local da obra, e tendo em conta a evolução esperada do tráfego para aquela zona.

2.4.6 Isolamento térmico

Como referido anteriormente, é uma das áreas onde existe maior preocupação nos dias de hoje. Isto acontece graças à necessidade de reduzir as emissões de gases poluentes e à preocupação em garantir um menor consumo energético por parte dos edifícios.

2.4.6.1 Método de ensaio e classificação

Para o ensaio da transmissão térmica dos perfis, dos vidros e da caixilharia, utilizam-se as normas europeias EN ISO 12567-1:2002 e EN ISO 12567-2:2005. Para o cálculo por métodos numéricos do coeficiente de transmissão térmica, são utilizadas as normas EN ISO 10077-1:2006 e EN ISO 10077-2:2003.

A energia térmica que atravessa a caixilharia realiza essa passagem principalmente por um dos processos descritos abaixo:

• através do caudal de ar que passa através da caixilharia, seja com as folhas abertas (ventilação), seja com as mesmas fechadas (infiltrações);

• calor que passa através do material constituinte da caixilharia por condução;

• energia térmica que entra através do fluxo de radiação solar.

Para a caracterização do isolamento térmico em caixilharias simples, de acordo com o método simplificado da norma ISO 10077-1:2000, o coeficiente de transmissão térmica duma caixilharia simples (Uw) é calculado através de uma média ponderada. Esta média é realizada com os coeficientes de transmissão térmica da zona central do vidro (Ug) e dos perfis da caixilharia (Uf). No caso de panos de vidro múltiplos, existe ainda um efeito de ponte térmica criado pelo(s) espaçador(es) que deve ser contabilizado através de um coeficiente de transmissão linear (Ψ g) apropriado. Assim, no caso mais geral, a expressão do coeficiente de transmissão térmica de uma caixilharia simples (Uw) é a seguinte [29]:

$$U_w = \frac{AgUg + AfUf + \Psi g}{Ag + Af)} \tag{2.2}$$

sendo,

U_w- coeficiente de transmissão térmica de uma caixilharia simples;

U_g- coeficientes de transmissão térmica da zona central do vidro (W/m^2K) ;

U_f- coeficiente de transmissão térmica associado aos perfis (W/m^2K);

Ψg- coeficiente de transmissão térmica linear devido ao efeito de ponte térmica criado pelo(s) espaçador(es) entre panos de vidro ($W/m.K$);

I_g- perímetro visível do vidro (m);

A_g- área do vidro correspondendo à menor das áreas projectadas (vistas do lado interior ou exterior), não sendo considerada a dimensão da junta do vidro (m^2);

A_f- área dos perfis expressa em m^2, correspondendo à maior das àreas projectadas dos perfis no plano da caixilharia (vistas do lado interior ou exterior).

2.4.6.2 Requisitos da caixilharia

Aquilo que se pretende do sistema de caixilharia é que contribua para a diminuição da energia despendida em climatização do edifício. Assim sendo, todo o sistema que guarnece o vão de fachada deverá contribuir, tanto palas de proteção solar, como portadas para períodos extremos ou estores. No caso mais específico da contribuição do sistema de caixilharia, o vidro utilizado tem um papel preponderante, bem como o material de que é constituída a caixilharia, a sua geometria e a existência ou não de corte térmico.

Para a seleção da caixilharia a utilizar, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) faz uma divisão do país em zonas de aquecimento (I1,I2,I3) e arrefecimento (V1,V2,V3) , de modo a prever qual o tipo de isolamento necessário para cada zona. De acordo com a classificação obtida pelo sistema de caixilharia e as zonas contempladas pelo RCCTE, o projetista deve ter em consideração a relevância deste ponto no sistema adotado.

2.5 Tipologias de caixilharia

Os sistemas de caixilharia podem ser classificados de acordo com o tipo de movimento permitido pelas suas folhas. De acordo com este parâmetro, as janelas podem classificar-se em três tipos:
• I: janelas fixas;
• II: janelas de movimento simples;
• III: janelas de movimento composto.
Os vários sistemas de abertura e fecho de caixilharias têm assim vantagens e desvantagens específicas, que são indicados nas Tabelas 2.13 e 2.14.

2.6 Tipos de materiais usados em caixilharia

Apresentam-se de seguida os materiais mais utilizados em Portugal para o fabrico de caixilharias. Posteriormente serão também mencionados alguns que estão neste momento a ser introduzidos no mercado internacional e que se espera virem a ter uma boa prestação na utilização em caixilharias.

2.6.1 Alumínio

2.6.1.1 Considerações preliminares

O alumínio é o elemento metálico mais abundante na crosta terrestre, sendo também bastante leve e resistente. Quando em contato com o ar, forma uma camada de óxidos protetora, que lhe confere um aspeto cinza prateado, e fosco, ao mesmo tempo que aumenta a sua resistência à corrosão. As suas caraterísticas de metal não-magnético, não-tóxico e que não cria faíscas quando sujeito atrito, juntamente com a sua condutividade elétrica e o seu baixo ponto de fusão, fazem do alumínio um material com múltiplas aplicações. As suas propriedades principais estão sintetizadas na Tabela 2.15, onde se pode também observar o seu aspeto em estado puro.

Tabela 2.13: Caraterísticas, vantagens e desvantagens dos vários tipos de caixilharias (tipos I e II) [29].

CLASSE I

Tipo	Características	Vantagens	Desvantagens
Janela Fixa	Corresponde a um caixilho que não permite qualquer tipo de movimento de abertura		• Não permite a abertura do vão para ventilação e limpeza • Necessita da colocação de grelhas de ventilação

CLASSE II

Tipo	Características	Vantagens	Desvantagens
Janela de Batente	É formada por uma ou mais folhas que se movimentam mediante a rotação em torno de eixos verticais fixos, coincidentes com as partes laterais das folhas	• Permite ter o vão aberto a 100% para ventilação • Facilidade de limpeza da parte exterior • Boa estanquidade à água e ao ar • Permite a colocação de folhas de abertura para o interior ou de abertura para o exterior	• Quando a abertura é efectuada para o interior, retira espaço para o movimento da folha • Não permite regular o fluxo de ar para ventilação • No caso de janela de abertura para o exterior não permite a colocação de sistemas de estore ou portadas
Janela Basculante	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas por rotação em torno de um eixo horizontal fixo, situado na extremidade inferior da folha	• Permite ventilação mesmo em condições de chuva sem vento • Boa estanquidade ao ar e à água • Não ocupa espaço interior com o movimento de abertura	• Limpeza difícil na parte exterior • Não permite ter o vão 100% aberto • Não permite direccionar o fluxo de ar
Janela Projectante	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas por rotação em torno de um eixo horizontal fixo, situado na extremidade superior da folha	• Permite ventilação mesmo em condições de chuva sem vento • Boa estanquidade ao ar e à água • Não ocupa espaço interior com o movimento de abertura	• As mesmas desvantagens da janela basculante
Janela de Correr	Possui uma ou mais folhas que se movimentam por deslizamento horizontal no plano da folha	• Fácil de operar • Ventilação regulável conforme a abertura das folhas • Permite a colocação de cortinas ou cortinados	• Vão livre para ventilação de apenas 50% • Dificuldade de limpeza pela parte externa • Riscos de infiltração de água através dos drenos da calha inferior, em vedações mal executadas

Este uso diversificado do alumínio começa apenas após a 1ª Guerra Mundial, sendo que a produção mundial aumentou das 200 mil ton/ano em 1920 para 20 milhões de ton em 1999 [32]. Os principais produtores eram a Alemanha, a Áustria, a Hungria e a Guiana Britânica. Por volta de 1943 a situação alterou-se e os E.U.A. tomaram a liderança da produção de alumínio. As maiores jazidas de bauxite localizam-se no entanto em torno do Equador, em áreas tropicais e subtropicais, em África, Brasil, Austrália e Índia Ocidental [33].

Quanto à produção de alumínio para caixilharias, este começou por ser utilizado apenas como acessórios da caixilharia em aço. No entanto, à medida que o processo de extrusão se foi desenvolvendo, o alumínio começou a conquistar a sua parcela no mercado [34]. A utilização de caixilharia em alumínio teve o seu início por volta de 1940 e começou por ser um processo de dobragem de chapas de alumínio. Esta dobragem era imprecisa e extremamente demorada. O processo atual de extrusão surgiu nos EUA em 1952 e rapidamente foi adotado pelos restantes países.

As principais vantagens para a adoção do alumínio enquanto material para a produção de caixilharias são o seu aspeto final, a sua leveza, a sua elevada resistência a vários tipos de corrosão (corrosão atmosférica, corrosão aquosa e corrosão provocada por óleos ou outros produtos químicos), a grande variedade de

Tabela 2.14: Caraterísticas, vantagens e desvantagens dos vários tipos de caixilharias (tipo III) [29].

CLASSE III

Tipo	Características	Vantagens	Desvantagens
Janela Pivotante (horizontal e vertical)	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas por rotação em torno de um eixo horizontal ou vertical, não coincidente com as partes laterais e com a extremidade da folha	• Facilidade de limpeza da parte exterior • A janela pivotante horizontal permite direccionar o fluxo de ar para cima ou para baixo • A pivotante vertical permite direccionar o fluxo de ar para a direita ou para a esquerda • Pouco espaço ocupado para efectuar os movimentos de abertura	• Limitações em grandes vãos devido aos pontos de fecho
Janela de Guilhotina	É constituída por uma ou mais folhas que se movimentam por deslizamento vertical no plano da janela	• Possui as mesmas vantagens da janela de correr	• Tem as mesmas desvantagens da janelas de correr • Exige manutenção mais frequente para a regulação dos cabos e o nivelamento das folhas • Risco de quebra dos cabos
Janela Oscilo-batente	Possui uma ou mais folhas que podem ser movimentadas em torno de eixos horizontais e verticais fixos, coincidentes com a parte lateral e a extremidade inferior da folha	• As mesmas vantagens das janelas de batente (podendo ser utilizada com esse tipo) • Permite que o caixilho esteja aberto no movimento basculante para ventilar, sem que dê origem a correntes-de-ar	• As mesmas desvantagens das janelas de batente
Janela Elevadora do Corner	Possui uma ou mais folhas que primeiro realizam um movimento horizontal de subida e posteriormente movimentam-se por deslizamento horizontal no plano da folha	• Fácil de correr • Janela/porta de correr para vãos de grandes dimensões (altura acima de 2,5 m)	• Vão livre para ventilação de apenas 50% • Dificuldade de limpeza pela parte externa • Riscos de infiltração de água através dos drenos de calha inferior, em vedações mal executadas
Janela Oscilo-paralela de Correr	Possui uma parte fixa e uma parte móvel. A parte móvel destaca-se do caixilho, correndo através de um calha inferior sobre a parte fixa. Permite ainda o movimento basculante de abertura.	• Elevado desempenho térmico e acústico, como nas janelas de batente e oscilo-batentes • Permite a abertura sem a ocupação de espaço que necessita uma janela de batente e/ou oscilo-batente, tendo a vantagem de uma janela de correr • Permite a abertura da parte móvel para ventilação, no movimento basculante	• Limitação de medidas de acordo com as respectivas ferragens • Necessidade de um correcto uso evitando a constante afinação dos elementos de ferragem
Janela de Fole ou Harmónio	É constituída por uma ou mais folhas que se movimentam e dobram através de uma calha superior no plano da janela	• Possui a vantagem de permitir abrir toda a dimensão do vão • Pode não ter necessidade de possuir aro inferior	• Exige um uso correcto, evitando a constante afinação dos elementos de ferragem

acabamentos possíveis, a possibilidade de reciclagem, a boa estanqueidade e, por fim, o método de fabrico de fácil mecanização.

As principais desvantagens do material serão a grande condutividade térmica [35], a dificuldade em reparar os acabamentos, a fraca resistência a outros tipos de corrosão (corrosão galvânica, corrosão intersticial, corrosão por picadas, corrosão intergranular, corrosão por esfoliação, e corrosão por tensão), o grande consumo energético no seu fabrico, o mau isolamento acústico e a maior tendência para a formação de condensações quando comparado com outros materiais utilizados em caixilharias (madeira).

2.6.1.2 Matérias-primas

Para a escolha da liga de alumínio a adoptar nos diversos tipos de caixilharias, existem várias hipóteses. A sua definição e identificação faz-se de acordo com os seus constituintes e com o processo de produção e tratamento. As várias ligas possíveis estão assim sintetizadas no anexo C. Para uma melhor compreensão,

Tabela 2.15: Principais propriedades físicas e químicas do alumínio [30];

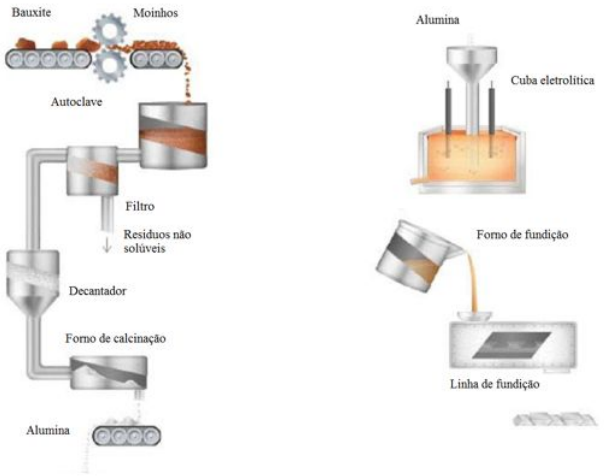
Propriedades		Alumínio
Símbolo		Al
Número atómico		13
Massa atómica relativa (g/mol)		27
Ponto de fusão (°C)		660
Ponto de ebulição (°C)		2 519
Densidade / massa volúmica (Kg/m3)		2 710
Condutividade eléctrica	%	60
	W/m K	235
Condutividade térmica (W/m °C)		230
Capacidade térmica especifica (J/kg °C)		900
Estrutura cristalina		Cúbica de face centrada
Coeficiente de expansão linear (x 10^{6} °C)		24
Módulo de elasticidade / módulo de Young (Gpa)		70
Resistência eléctrica (x10^{-9} Ω m)		70

Figura 2.15b: Propriedades visuais [31].

tome-se como exemplo a liga de alumínio com a designação, 6063-T5. Esta designação indica a liga da série 6xxx, (Magnésio e Silício), a qual sofreu um tratamento a quente e foi arrefecida a partir de uma temperatura elevada e envelhecida artificialmente [33].

A matéria prima para a produção das ligas de alumínio de que são constituídas as caixilharias é o alumínio, seja ele extraído do mineral bauxite ou proveniente da reciclagem de materiais usados e sucata. Quanto à bauxite, fonte primária de alumínio, é um mineral terroso e opaco, sendo encontrado principalmente nos climas acima mencionados. O processo de reciclagem é no entanto uma enorme mais-valia pois apenas utiliza 5% da energia do processo primário, sendo que as suas propriedades se mantêm inalteradas após o processo contínuo de reciclagem.

Normalmente, os depósitos de bauxite encontram-se próximo da superfície, em camadas entre 2 e 10 metros de espessura, pelo que a sua extração é feita a céu aberto, com recurso apenas a maquinaria hidráulica de superfície. Após a extração da matéria bruta do solo, a bauxite é separada através de ciclones e peneiras de alta frequência e depositada em pilhas de acordo com a sua proveniência, sendo posteriormente enviada para metalurgias.



(a) (b)

Figura 2.5: Processo de produção do alumínio [36].

À chegada à metalurgia, a matéria bruta de bauxite é composta por cerca de 42 a 43% de alumina

aproveitável, com uma granulometria de cerca de 5 cm. Esta matéria segue então para os moinhos de bola, onde é misturada com cal, soda cáustica e água, transformando-se assim numa pasta densa. Esta pasta é filtrada, decantada e arrefecida, sendo a soda cáustica separada do processo, e é formado o hidróxido de alumínio. Este hidróxido é levada para o forno de calcinação onde é formada a alumina (adaptado de [33] [32]).

Para finalizar o processo, a alumina é levada até grandes cubas eletrolíticas, onde o óxido é separado do metal através de um processo de redução. A cuba eletrolítica é constituída por um ânodo de carbono, um cátodo (alumínio fundido e blocos de carbono) e o eletrólito (ou banho) de criolite fundida onde é dissolvida a alumina. A reação total, decorrente da passagem da corrente elétrica que ocorre no forno, consiste na redução da alumina, libertando o alumínio que é depositado no cátodo, e na oxidação do carbono do ânodo devido ao oxigénio libertado no processo (adaptado de [33] [32]).

O alumínio sai assim da cuba eletrolítica no estado líquido a cerca de 850 ^{o}C, sendo reencaminhado para os fornos de fundição, onde a sua composição química é alterada de modo a formar ligas mais estáveis, e de onde sai com a forma física desejada. São necessárias cerca de 4 a 5 toneladas de bauxite para a produção de 2 toneladas de alumina, que irão dar origem a uma tonelada de alumínio. O processo químico para a transformação da bauxite em alumina é denominado método Bayer. Para a transformação da alumina em alumínio, o processo explicitado dá pelo nome de método Hall-Héroult.

2.6.1.3 Processo de fabrico

Para a produção de caixilharias de alumínio, o processo mais utilizado é a extrusão, processo que pode ser observado na Figura 2.6. Esta consiste num processo de transformação termomecânica, no qual um tarugo da liga de alumínio desejada é aquecida entre 420 e 500 ^{0}C, e forçado a fluir através do orifício de um bloco furado de aço, a matriz. Isto faz com que exista uma alteração da sua secção transversal de acordo com a matriz colocada, sob o efeito de altas pressões e temperaturas.

As prensas utilizadas são prensas hidráulicas horizontais com capacidades de 1.200 a 2.400 toneladas para as ligas e perfis mais comuns. No entanto, para perfis mais complexos ou ligas de alta resistência mecânica, são utilizadas prensas com capacidade de 15.000 toneladas. Para perfis mais simples, ou pequenas extrusões, são ainda utilizadas prensas de 500 toneladas, produzindo de forma mais económica perfis mais leves. Além das prensas, o processo requer equipamentos auxiliares, como fornos para aquecimento dos tarugos e para o tratamento térmico de perfis, além de máquinas para o processo de esticamento, transporte e corte dos produtos extrudados.

O esticamento é um processo que permite corrigir a frio eventuais torções e distorções dos perfis e que pode aumentar até 2% o seu comprimento. Outro processo relevante na produção de perfis de alumínio é o endurecimento, onde estes são colocados em fornos aquecidos a 180 ^{0}C, durante cerca de 4 horas, num processo de envelhecimento acelerado e controlado.

Quanto ao processo de tratamento superficial, a norma NF P24 - 351 indica valores para a espessura da anodização de acordo com a atmosfera a que o caixilho esteja exposto. A anodização consiste na criação de uma camada composta de óxido de alumínio, que se deposita na superfície do perfil por intermédio de uma electrólise. No anexo C, podem-se ver os valores mais utilizados, bem como o tipo de ambiente a que se destinam.

Existem também outros tipos de tratamentos à base de tintas em pó (termolacagem) que pode ser termoplástica ou termoendurecível aplicado em estufa por projeção eletroestática. Este processo consiste em revestir a superfície dos perfis de alumínio com resinas de poliéster em pó, que posteriormente serão levados para um forno com temperaturas entre 180 e 240 ^{o}C, onde a resina é polimerizada, ficando revestida por

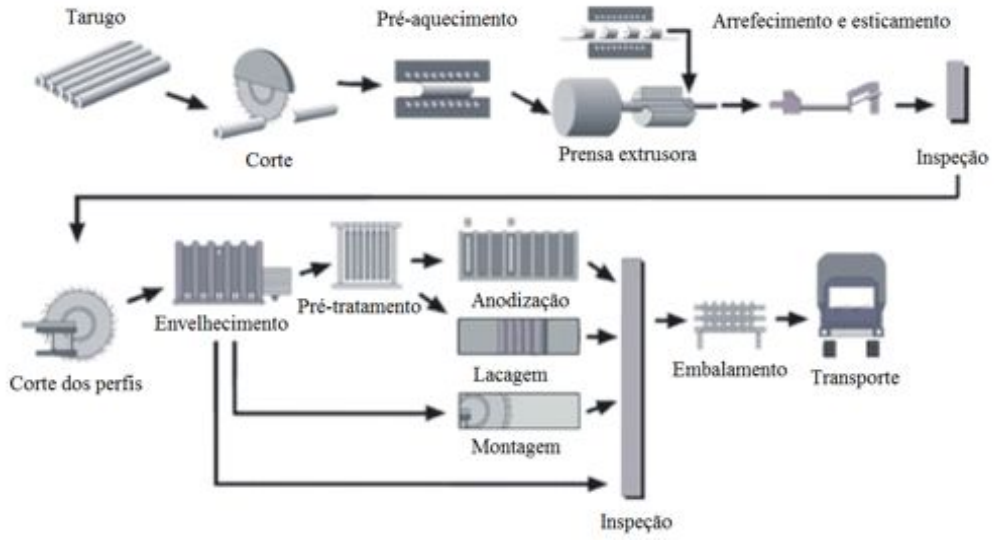


Figura 2.6: Esquematização do processo de extrusão dos perfis de alumínio [33].

uma camada protectora com uma espessura média de cerca de 70 mícron. Este é aconselhado em casos onde é necessária uma grande resistência aos raios UV, permitindo ao mesmo tempo um elevado número de acabamentos, ao nível de cores e texturas.

No anexo C, pode-se observar os tipos de tintas poliméricas mais utilizados na termolacagem de perfis de alumínio.

O processo de fabrico pode ser sintetizado nos seguintes pontos:

• os tarugos de alumínio são extrudidos nas matrizes pretendidas;

• os perfis sofrem processos de esticamento e envelhecimento artificial;

• é realizado o tratamento de superfície pretendido (anodização ou termolacagem), seguido pelo controlo da qualidade (QUALANOD ou QUALICOAT, respetivamente);

• os perfis são verificados e cortados nas medidas pretendidas, sendo realizado posteriormente um controlo dimensional (tolerância de $\pm$ 1mm);

• são efetuados os rasgos e as furações necessárias ao funcionamento das ferragens e à exfiltração da água (rasgos para introdução dos esquadros de aperto e reforço, rasgos de drenagem, rasgos de passagem de acessórios);

• colocação dos esquadros de aperto e de reforço nas meias esquadrias, aplicando silicone nas arestas como selagem;

• verificação dimensional da caixilharia, seguida do corte e colocação de bites e vedantes;

• inserção das borrachas de selagem;

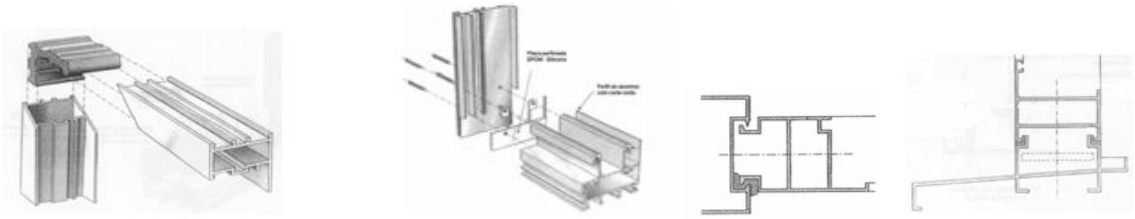
• verificação da existência de torção ou defeitos na caixilharia, seguida da instalação de ferragens.

2.6.1.4 Ligações e acessórios

As ligações entre perfis precisam de ser rígidas, estanques e niveladas. Embora a ligação dos perfis possa ser soldada, este método não é aconselhado em alumínio, preferindo-se normalmente a adopção de ligações com esquadrias (Figura 2.7a) no caso de perfis com a mesma secção e por ligações em corte reto (Figura 2.7b) no caso de perfis com seções diferentes. No primeiro caso, a estanqueidade da ligação é garantida por uma camada de mastique fluido, enquanto no segundo existe uma placa de material isolante com essa função.

Podem também ser adotadas ligações por encaixe (Figura 2.7c), devendo no entanto ser precavida a não infiltração de água com dispositivos para o efeito, o mesmo acontecendo em ligações por encastramento (Figura 2.7d) das peças.

Devido à diferença de coeficientes de dilatação térmica, para peças de dimensões superiores à das janelas comuns, devem ser previstas ligações ao vão com argolas de ligação com peças oblongas.



(a) (b) (c) (d)

Figura 2.7: Esquemas de união de caixilhos em alumínio:
2.7a) em esquadria; 2.7b) em corte reto; 2.7c) com encaixe; 2.7d) encastrada.

No caso da caixilharia, existem ainda acessórios específicos resultantes das propriedades do material. O mais específico é a possibilidade de existirem caixilhos com roturas térmicas, constituídas por um material isolante a separar o caixilho exterior do caixilho interior, como se pode observar na Figura 1a. Existem ainda os conectores de perfis observados na Figura 2.8, borrachas de isolamento na Figura 2.8b e limitadores de abertura na Figura 2.8d, entre outros.

(a) (b) (c) (d)

Figura 2.8: Acessórios e pormenores da caixilharia em alumínio:
2.8a) perfil com rotura térmica; 2.8b) borrachas de isolamento; 2.8c) conectores de perfis de alumínio; 2.8d) limitador de abertura.

2.6.1.5 Manutenção

Para as ações de limpeza de superfícies pouco sujas, deve ser utilizada água, sendo aquelas secas com um pano suave e absorvente. Em superfícies sujas, será utilizado um detergente com soluções de sabão neutro a 5%, sendo então enxaguadas com água abundante e serão secas com um pano suave e absorvente. Em superfícies muito sujas, serão utilizados produtos recomendados pelo método anterior, aplicando-os com uma esponja de *nylon*.

Quando for realizada a manutenção a caixilharia de alumínio, devem-se evitar as seguintes situações:

- limpeza das superfícies quentes ou que se encontrem ao sol, sobretudo para os lacados;
- dissolventes não devem ser aplicados em superfícies lacadas;

• aplicação de produtos ácidos ou abrasivos, que podem manchar a anodização e tornar a pintura opaca;

• utilização de objetos metálicos aguçados ou perfurantes para a limpeza de cantos de difícil acesso;

• utilização de produtos derivados de petróleo, pois, embora numa primeira fase deixem as superfícies limpas e brilhantes, funcionam depois como imãs de poeiras, que acabam por ter um efeito abrasivo no acabamento. Estes produtos atuam também ao nível das borrachas de isolamento, ressequindo plásticos e borrachas, causando a perda da sua estanqueidade.

A manutenção da caixilharia de alumínio pelo utilizador deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 3 em 3 meses: limpeza da sujidade (para zonas costeiras ou industriais) e limpeza das guias de recolha de águas, orifícios de evacuação e de calhas, no caso de folhas de correr; caso existam poeiras ou substâncias mais aderentes, em alguns casos pode ser utilizada massa abrasiva, com as precauções necessárias para não danificar a película protetora; a utilização de sabão em pó não é recomendada pela elevada alcalinidade deste;

• todos os anos: lubrificação das ferragens e verificação do correcto funcionamento dos mecanismos de fecho e manobra, bem como a limpeza da sujidade (para zonas rurais ou urbanas);

• de 3 em 3 anos: inspeção visual para detectar perda de estanqueidade dos perfis, roturas, falhas na fixação do envidraçado e deterioração ou desprendimento da pintura, se for o caso.

A manutenção da caixilharia de alumínio pelo profissional qualificado deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 6 em 6 meses: verificação do funcionamento de fechos automáticos, retentores magnéticos, mecanismos inclinados e motores hidráulicos;

• de ano a ano: reparação dos elementos de fecho e fixação, se necessário;

• de 3 em 3 anos: reparação ou reposição do revestimento de perfis pré-lacados, no caso de deterioração ou desprendimento da pintura;

• De 5 em 5 anos: revisão do tapa- poros, juntas estanques e perfis de isolamento.

2.6.2 P.V.C.

2.6.2.1 Considerações preliminares

O PVC (policloreto de vinilo) é um polímero termoplástico (termo moldável a quente, de forma reversível, sem modificação química), que tem vindo a ganhar uma grande relevância no quotidiano da sociedade atual [29]. Sendo um material sintético e orgânico que apresenta excelentes qualidades físicas e mecânicas para diversas indústrias, permite hoje em dia uma ampla gama de utilizações e uma excelente relação preço/qualidade.

Está hoje presente não só no setor da construção (tubagens, material elétrico, revestimentos, caixilharias, coberturas...) mas também em diversos bens de consumo (eletrodomésticos, calçado, embalagens...). A aplicação do PVC enquanto material para caixilharias surgiu na Alemanha Ocidental entre 1955 e 1960. No início, a cota de mercado era apenas de 5% [34]. Após esta fase, a cota de mercado na década de 1970 atingiu 45% e a utilização do PVC em caixilharias espalhou-se pela Europa e E.U.A. [34]. Como indicador deste consumo, em 1986 produziram-se apenas na Europa aproximadamente 225 mil ton de perfis de janelas em PVC, para um consumo aproximado de 200 mil ton/ano [34].

As vantagens associadas à utilização da caixilharia de PVC são o seu bom isolamento térmico [35], a sua pouca manutenção, a sua resistência à corrosão e degradação, a facilidade de produção, a sua leveza,

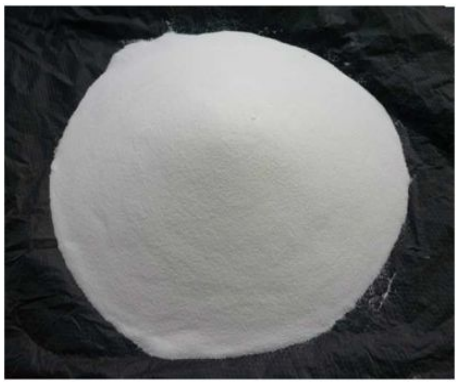
o bom isolamento acústico, a possibilidade de ser reciclável, o baixo consumo energético na sua produção e a sua impermeabilidade.

As desvantagens normalmente prendem-se com as elevadas dilatações devido às diferenças de temperatura, a sua fraca capacidade resistente, o facto de a matéria prima ser não-renovável, o seu comportamento ao fogo e a altas temperaturas e o facto de apenas permitir acabamentos em tons claros. A dilatação térmica pode causar a perda de estanqueidade ou até fendas nos vãos que suportam estas caixilharias. Este problema será mais relevante quanto maior for o tamanho da caixilharia (adaptado de [37]).

As características do PVC são as explicitadas na Tabela 2.16a.

Propriedades	PVC
Constituição química	$(C_2H_3Cl)_x$
Ponto de Fusão (ºC)	180
Densidade / massa volúmica (g/cm^3)	1,41
Módulo de elasticidade (tracção) (N/mm^2)	48
Módulo de elasticidade (flexão) (N/mm^2)	68
Tensão limite (flexão) (N/mm^2)	80
Coeficiente de expansão linear (x 10^6 ºC)	80
Extensão na rotura	10%
Condutibilidade térmica (20 ºC) (W/Km)	0,18
Capacidade térmica especifica (KJ/kg ºC)	0,753
Absorção de água (100 ºC / 24 h)	0,80%
Deformação ao impacto + 23 ºC (DIN 53.453)	25 KJ/m2

(a)



(b)

Tabela 2.16: Principais propriedades físicas e químicas do policloreto de vinilo [30];
Figura 2.16b: aspecto da resina de PVC [31].

2.6.2.2 Matérias-primas

Para a produção de PVC, intervêm dois componentes básicos, o etileno e o cloro. Estes provêm respectivamente do petróleo (43%), que é um recurso natural não renovável, e do sal comum ou cloreto de sódio (57%), que, ao contrário, é um produto abundante na Natureza [38].

A partir destes dois componentes, é obtido o monómero de cloreto de vinilo, que, após a sua polimerização, dá origem ao policloreto de vinilo, conhecido pela designação de PVC. Este processo é explicitado na Figura 2.9.

Como se pode observar, o processo de obtenção do cloro é realizado através da eletrólise do cloreto de sódio (NaCl) em meio aquoso, ou seja, em salmoura altamente saturada. Neste processo, o cloro é precipitado no ânodo da célula eletrolítica. Essa reação é expressa pela equação abaixo, tendo como produtos da equação a soda cáustica, o cloro e o hidrogénio [29].

$$2NaCl + 2H_2O \Rightarrow 2NaOH + 2Cl_2 + H_2 \tag{2.3}$$

O processo de produção do etileno inicia-se assim na refinação da nafta. A refinação é um processo que consiste na desidrogenação e quebra das moléculas de etano, propano e butano, que são convertidos em propeno e etileno.

Este último é depois utilizado como produto base, juntamente com o cloro, para a produção de PVC. Neste sentido, o primeiro passo para a produção do policloreto de vinilo, é a síntese do cloreto de vinilo, ou monómero de cloreto de vinilo (VCM). Esta síntese é realizada com base num processo balanceado, onde se podem contar três etapas fundamentais.

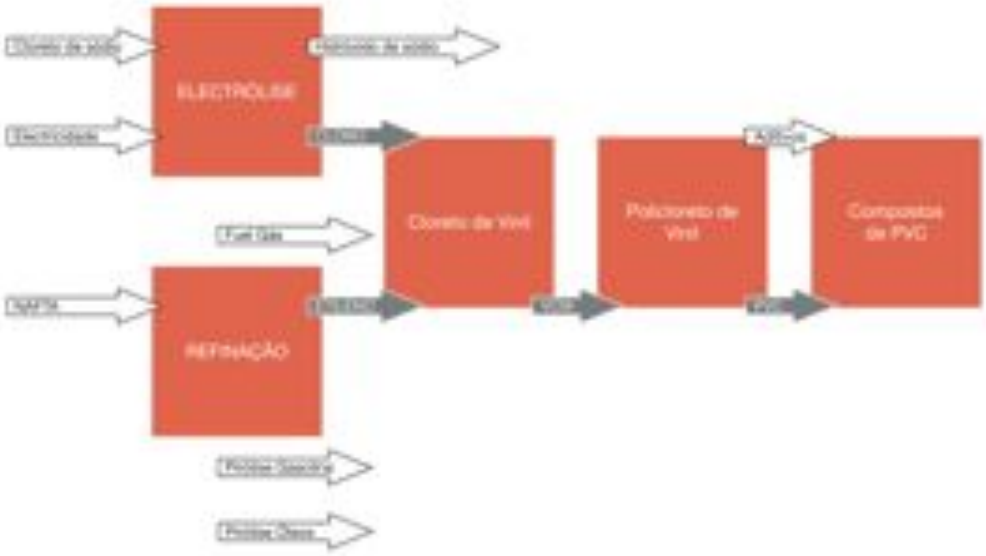


Figura 2.9: Esquema do processo de produção de policloreto de vinilo (PVC) [29].

As duas primeiras etapas, que ocorrem em paralelo, são denominadas cloração direta e oxicloração. Na cloração direta, existe a fase líquida e a fase gasosa, onde a reação se processa a temperaturas entre 50 e 70 ^oC, sob pressões de 4 a 5 atm, ou a temperaturas entre 90 e 130 ^oC e a pressão entre 7 e 10 atm, respetivamente. Na oxicloração, o etileno reage com o cloreto de hidrogénio na presença do oxigénio (normalmente proveniente do ar atmosférico), a temperaturas entre 250 e 350 ^oC.

Destas duas reações, é obtido o dicloro-etano (DCE), que converge em quantidades de 50% proveniente de cada uma das etapas anteriores, para a terceira etapa, denominado refinação. Nesta etapa, o DCE é convertido no monómero cloreto de vinilo (VCM). Na figura 2.10 pode observar-se a sistematização do processo.

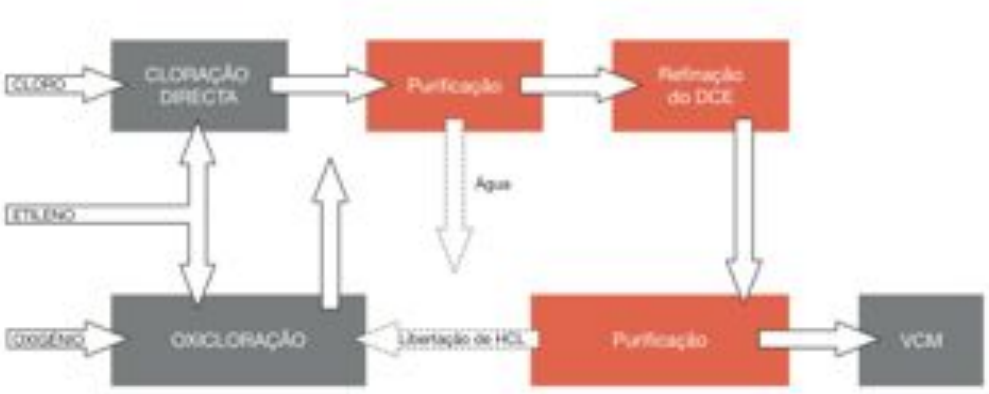


Figura 2.10: Esquema do processo de produção do monómero de cloreto de vinilo (VCM) [29].

Após a obtenção do monómero de cloreto de vinilo, é efectuada a polimerização que o converte em policloreto de vinilo. Neste processo é tida em consideração a utilização final da resina de PVC, para fixar de acordo com as exigências o comprimento e as caraterísticas da cadeia de moléculas. No entanto, cada fabricante rege por normas diferentes os requisitos do material utilizado na produção dos seus perfis, ou seja, do PVC.

Após a produção do perfil estar concluída, este terá de ser cortado e marcado com o número do lote

e diferentes especificações de acordo com o país para onde estará destinado. Geralmente, os perfis são cortados com a medida de seis metros e depositados em carros de transporte para armazenamento.

Se a unidade fabril for de pequena dimensão e não possuir produção própria de perfis, é na recepção destes perfis com seis metros de comprimento que se inicia o processo produtivo.

2.6.2.3 Processo de fabrico

Dependendo do tamanho e finalidade da unidade fabril, o processo de fabrico da caixilharia pode-se iniciar com a recepção das cadeias de PVC, transformadas num pó branco, que será transportado em camiões cisterna até às unidades de produção. Chegado às unidades fabris, é armazenado em silos de dezenas de toneladas de capacidade, que permitem manter o processo produtivo em constante funcionamento.

Após a mistura da resina de PVC com aditivos especiais, tais como estabilizantes, pigmentos e lubrificantes, os caixilhos de PVC são obtidos através de um processo de extrusão [38].

O processo de extrusão divide-se em duas fases de cariz térmico, uma onde a resina é aquecida na máquina de extrusão, e a segunda onde é arrefecida num calibrador arrefecido a água [29]. Na máquina de extrusão, após o aquecimento da resina e com o auxílio de um parafuso sem fim, a resina é pressionada através de uma matriz de aço com a forma do perfil que se pretende obter, adquirindo assim a forma desejada, continuando contudo quente e com características plásticas. Após a passagem na matriz, o perfil é introduzido num calibrador de vazio arrefecido a água, onde o perfil endurece e solidifica, ganhando assim a sua forma final. Após estas duas etapas, o perfil é submerso num banho de água, finalizando o processo de arrefecimento.

Os perfis de PVC são produzidos de acordo com a norma Europeia EN 12608: 2003, que divide os perfis em duas classes A e B. Estas classes são definidas com base na espessura nominal das paredes principais exteriores, ou seja, no caso de essa espessura ser igual ou superior a 2,8 mm, os perfis pertencem à Classe A, enquanto que, se a espessura for igual ou superior a 2,5 mm, os perfis pertencem à Classe B [29].

Estas duas classes são aplicadas segundo essa norma, em duas zonas climáticas distintas, a zona S (clima severo), e a zona M (clima moderado). No caso de Portugal, devido às características do seu clima, corresponde à zona S, pelo que os perfis utilizados devem corresponder aos requisitos que a norma propõe para essa zona.

O processo de fabrico, pode ser sintetizados nos seguintes pontos (adaptado de [38] e [29]):

- a resina de PVC é misturada com os aditivos selecionados e extrudida nos perfis pretendidos;
- à saída da máquina extrusora, os perfis são calibrados e arrefecidos;
- os perfis são cortados nas medidas pretendidas, bem como os reforços metálicos dos perfis;
- é efetuada a fresagem e perfuração dos perfis;
- são aplicados nos perfis os reforços metálicos e os perfis são unidos por um processo térmico;
- é efetuada a união dos perfis, através de soldadura ou de uniões mecânicas de encaixe ou aparafusamento;
- as juntas são lixadas e polidas e são aplicadas as ferragens;
- são instaladas as juntas de estanqueidade;
- aplicação do vidro;
- verificação de funcionamento.

Para uma melhor compreensão do processo de fabrico, pode ver-se no anexo E um esquema do processo, bem como imagens da produção dos perfis de PVC.

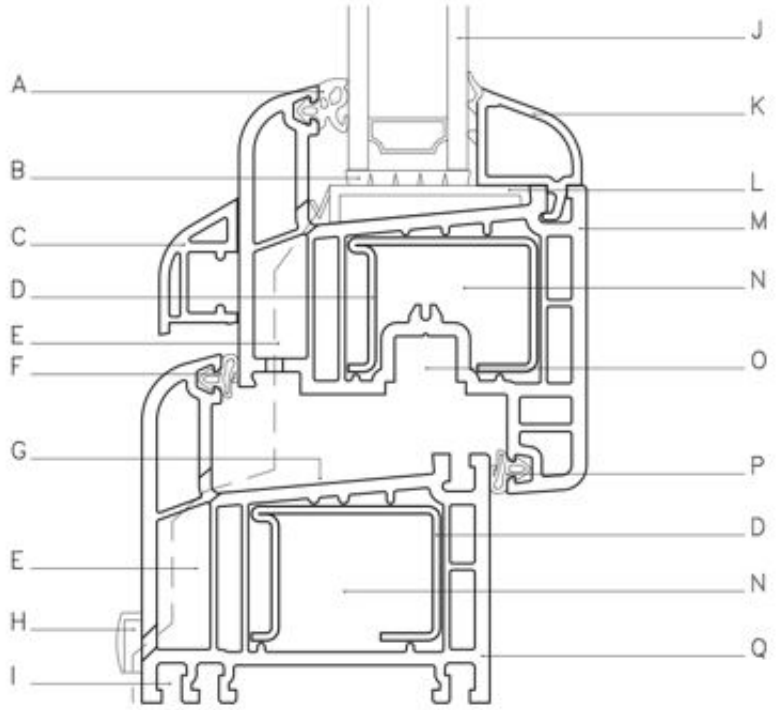


Figura 2.11: Diagrama de um perfil de PVC [39]: A - Junta da vidraça; B - Cunha da vidraça; C - Goteira; D - Reforço metálico; E - Câmara de drenagem; F - Junta exterior do caixilho; G - Ranhura; H - Tampa de drenagem; I - Fixação de perfis auxiliares; J - Vidro; K - Bites de envidraçamento; L - Cunha da vidraça; M - Folha móvel; N - Câmara de reforço; O - Canal da ferragem; P - Junta interior da folha; Q - Caixilho.

2.6.2.4 Ligações e acessórios

A ligação dos perfis de PVC é realizada através de um processo de soldadura térmica dos perfis, onde ambos os perfis são pressionados contra uma placa cerâmica a alta temperatura, causando o seu aquecimento, e depois pressionados um contra o outro, criando uma ligação rígida e estanque.

Fruto da baixa resistência mecânica do PVC, o aparafusamento das ferragens deve ser feito sempre a duas paredes do perfil, ou ao reforço metálico, a fim de evitar o arrancamento das parafusos.

Quanto aos acessórios utilizados, pode-se observar a sua tipologia e organização numa caixilharia típica na FIgura 2.11. Os elementos metálicos devem ser em ligas metálicas devidamente protegidas à corrosão e às agressões de agentes externos, compatíveis com a a composição química do PVC. Muitas caixilharias em PVC são reforçadas com uma barra metálica, normalmente de alumínio (D). Esta barra deve ser compatível com a composição química do PVC e estar devidamente protegida contra a corrosão.

2.6.2.5 Manutenção

Para a limpeza de perfis de PVC, devem ser sempre seguidas as recomendações do fabricante.

Quando for realizada a manutenção a caixilharia de alumínio, deve-se evitar as seguintes situações:

• não serão utilizados abrasivos, solventes colorados ou similares, acetona, éter ou outros produtos susceptíveis de atacar a caixilharia (adaptado de [33]);

• no caso de perfis lacados, ou com película de imitação de madeira, os cuidados de limpeza devem ser redobrados, fruto da dificuldade de reparação das mesmas caso sejam danificadas.

A manutenção da caixilharia de PVC pelo utilizador deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 3 em 3 meses: limpeza da sujidade devida à contaminação e ao pó com água ou água com sabão neutro, bem como das calhas e rodízios, no caso de folhas de correr.

• todos os anos: lubrificação das ferragens e verificação do correcto funcionamento dos mecanismos de fecho e manobra; se necessário, serão lubrificados com óleo ou serão desmontados para uma manutenção mais completa; deve-se também proceder à colocação de pó de talco sobre o material que garante as juntas de estanqueidade, normalmente EPDM (dimonómero de etileno propileno) ou TPE (elastómero termoplástico); este tratamento permite manter a flexibilidade e durabilidade do material, aumentando a sua vida útil;

• de 3 em 3 anos: inspeção visual para detectar perda de estanqueidade dos perfis, roturas e falhas na fixação do envidraçado.

A manutenção da caixilharia de alumínio pelo profissional qualificado deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 6 em 6 meses: verificação do funcionamento de fechos automáticos, retentores magnéticos, mecanismos inclinados, motores hidráulicos, entre outros;

• todos os anos: reparação dos elementos de fecho e fixação, se necessário;

• de 3 em 3 anos: substituição dos elementos afectados, em caso de rotura ou perda de estanqueidade de perfis, com reposição de lacagem, se for o caso;

• de 5 em 5 anos: revisão do elemento isolante e dos vedantes;

• de 10 em 10 anos: inspecção da ancoragem dos aros das portas às paredes; renovação da vedação dos aros com a fachada.

2.6.3 Madeira

2.6.3.1 Considerações preliminares

A madeira é um material extraído a partir de um tecido criado pelas plantas lenhosas, que o usam com funções estruturais. Devido à sua fácil extração, trabalhabilidade e grande disponibilidade, desde cedo se assumiu como um dos materiais de eleição para a elaboração de estruturas de abrigo e componentes de construção.

É um material orgânico, sólido, com uma constituição complexa, mas que possui boas qualidades de resistência e peso. Estas qualidades são-lhe conferidas pelas fibras de celulose (boa resistência à tração) e pelas fibras de lenhina (boa resistência à compressão). Devido à sua constituição, torna-se um material com uma elevada capacidade de absorção de água (higroscopia), e assume características mecânicas diferentes consoante a orientação espacial das fibras que a constituem (ortotopia). Para a sua utilização em construção civil, tem uma vida útil de 30 a 60 anos.

As vantagens da utilização da madeira em caixilharias são o facto de ser durável no caso de se usar boa madeira e bem tratada, o seu aspeto, o seu preço competitivo e o seu bom isolamento térmico. Podem também apontar-se a baixa energia gasta no processo de produção, o facto de ser renovável e em alguns casos a facilidade de obtenção.

Quanto às desvantagens, podem-se apontar a necessidade de uma boa manutenção, o maior tamanho do caixilho, a dificuldade em garantir a qualidade do material e o facto de ser facilmente afectado pela humidade e pela radiação UV. No caso das madeiras exóticas, pode também ser indicado o elevado preço, a dificuldade de obtenção e a falta de leis de proteção dos eco-sistemas.

2.6.3.2 Matérias-primas

Se for tido em consideração que, em média, uma árvore cresce cerca de 12 cm por ano, percebe-se que a produção de boa madeira para abate demora dezenas, às vezes centenas de anos. Devido ao fato de ser um produto de origem vegetal, a sua estrutura celular é função da planta específica que lhe deu origem o que resulta numa diferenciação radial e longitudinal das suas características físicas e químicas. Com base nestas diferenças, são diferenciadas algumas partes do tronco, em corte transversal, com características semelhantes. Estas são assim a medula, o cerne, o borne ou alburno e os nós.

Pode-se ver melhor essa constituição na figura 2.12:

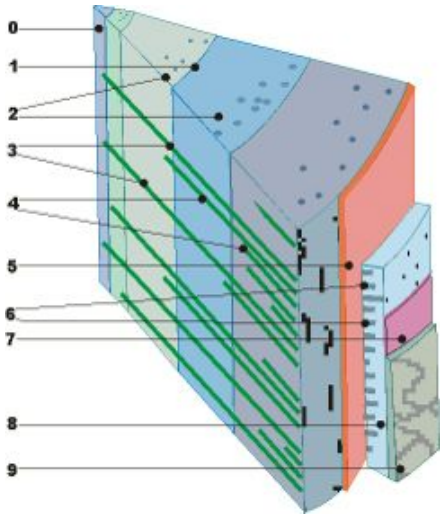


Figura 2.12: Diagrama de um tronco [31]: 0 Medula; 1 - Anéis anuais; 2 - Feixes vasculares; 3 - Raios primários; 4 - Raios secundários; 5 - Câmbio vascular; 6 - Floema; 7 - Súber; 8 - Casca; 9 - Ritidoma.

Entre as propriedades que caraterizam um determinado tipo de madeira, as principais serão:

• dureza: as madeiras são classificadas como madeiras duras e moles, sendo a sua origem árvores latifoleadas (por exemplo, carvalho) ou árvores de coníferas (por exemplo, pinho), respetivamente;

• cor: devido à diferença de cor entre o borne e o cerne, a cor da madeira é utilizada para classificar a qualidade, ou seja, a madeira mais antiga é naturalmente mais escura do que a mais recente, logo pode-se inferir que as suas características de resistência mecânica e densidade serão melhores;

• teor em água: a água encontra-se na madeira viva em três situações, nas paredes celulares, no conteúdo protoplasmático das células e como água livre nas cavidades e espaços intercelulares; em madeira morta, aparece apenas na primeira e última formas; o teor em água da madeira interfere diretamente com as suas propriedades mecânicas, o que se pode facilmente verificar com um bloco de 5 cm de abeto seco, que sustenta uma carga 4 vezes maior do que um bloco de abeto verde com as mesmas dimensões.

Um aspeto importante da caixilharia de madeira, é a escolha do tipo de madeira a partir do qual se vai construir o caixilho. Nos últimos tempos, a preferência de diversos fabricantes têm sido as madeiras exóticas, por terem caraterísticas de massa volúmica e constituição química que lhes dá uma maior durabilidade, resistência, e um melhor aspeto do que as madeiras comuns.

As espécies mais utilizadas são as que podem ser observadas no Anexo C.

2.6.3.3 Processo de fabrico

Hoje em dia, os processos de fabrico de janelas de madeira são baseados na escolha certa da matéria-prima e numa série de procedimentos que tentam colmatar as deficiências naturais do material. Os tipos de

elementos fabricados para a produção de caixilhos podem ser divididos em três grupos:

• folheados - os caixilhos em folheado são normalmente mais leves, de baixo custo, com maior resistência a riscos e golpes e maior resistência aos agentes que afetam a madeira natural; estes elementos são executados através da colagem de folhas de madeira de boa qualidade sobre um miolo estrutural de pior qualidade, normalmente de pinho; estas folhas são coladas com uma cola resistente e são posteriormente prensadas; quanto ao miolo, este pode ser de dois tipos, ou apresentando uma estrutura compacta composta por madeira de qualidade inferior ou por uma sucessão de ripas coladas entre si; na hipótese de serem ripas coladas entre si, algumas delas podem conter vazios, constituindo câmaras-de-ar que contribuem para aligeirar o peso do elemento e aumentar o poder isolante não afectando a resistência necessária;

• lamelados – os caixilhos constituídos por elementos lamelados são hoje em dia a opção mais recomendada; estes elementos, pela sua colagem inversa, impedem a madeira de empenar, fendilhar ou se distorcer de forma aleatória; para que isto aconteça, a escolha usualmente recai sobre os lamelados de três peças; os perfis são assim colados segundo a norma DIN EN-204-D4, com teores de humidade dependentes do tipo de madeira escolhida, que no entanto se encontram entre 10 e 12%; a colagem é feita nas lamelas de encaixe com cola específica para o efeito, que pode ser por exemplo uma cola de poliuretano;

• maciços – a opção em caixilhos de madeira maciça está hoje em dia condicionada pelos problemas de empenamento; ao mesmo tempo, a qualidade da madeira tem de ser de boa qualidade na sua totalidade, enquanto que nos elementos lamelados apenas as camadas exteriores terão de ter melhores caraterísticas; assim, o preço de caixilhos maciços é superior, não garantindo uma melhor qualidade.

Resumindo os pontos anteriores, o processo de fabrico de uma caixilharia pode ser descrito nos seguintes passos:

• a madeira escolhida chega no formato de troncos em bruto;

• entra na máquina de corte para ser cortada no formato e tamanho pretendido para cada tipo de caixilho, em pranchas e posteriormente em barrotes;

• é seca em estufas próprias, ou ao ar livre, e deixada depois a estabilizar o máximo tempo possível;

• quando há necessidade de produzir nova caixilharia, é recolhida a madeira escolhida que tiver mais tempo de estabilização e é aparelhada / lixada;

• dependendo das dimensões e do tipo de caixilho pretendido (constituído por elementos maciços de madeira natural, de elementos folheados ou lamelados) é colada ou vai directamente para a máquina de corte dos perfis;

• na máquina de corte os barrotes são cortados de acordo com o perfil do caixilho final; esta informação é definida de forma informatizada;

• os vários perfis são unidos para formar o aro, onde podem ser utilizados vários tipos de encaixe;

• é testado o funcionamento do fecho e abertura do caixilho (relação entre o aro e as folhas);

• a madeira é de novo lixada com um grão não muito fino, para que a aspereza facilite a absorção da madeira;

• aplicação de impregnante apropriado com aditivos específicos no caso de madeiras com elevado teor de taninos, por *flow-coating*, imersão, ou pistolagem;

• aplicação de uma camada intermédia, que pode ser feita com o produto de acabamento, ou outro que normalmente facilita a lixagem posterior que é indispensável antes da aplicação seguinte;

• aplicação da camada final de acabamento, que à semelhança da camada intermédia deve ser feita à pistola em câmara adequada, ou por aplicação electrostática, economizando esta no produto desperdiçado;

• é feita a cura, em câmara apropriada, com boa ventilação e temperatura elevada;

• as juntas de estanqueidade são colocadas de modo a serem substituídas com facilidade em caso de necessidade;

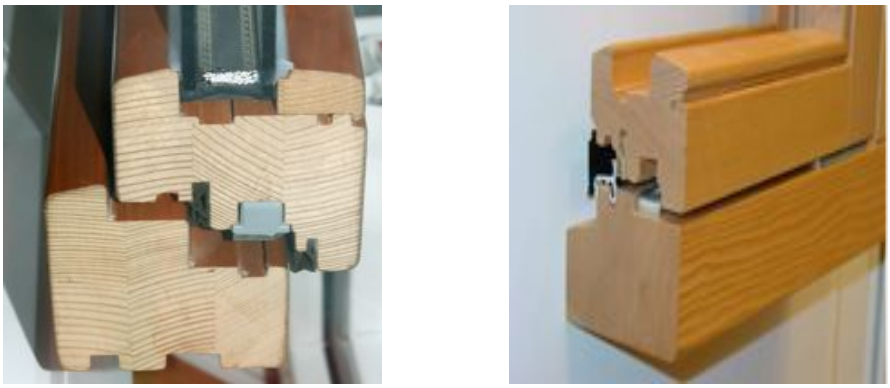
• são colocadas as ferragens interiores;

• o vidro é montado com o caixilho na horizontal; este é colocado sobre uma tira de neoprene previamente aplicada sobre a peça de encosto, para evitar a deslocação do vidro, e criar o espaço para receber com eficácia o silicone exterior;

• após um novo ensaio de funcionamento, são colocadas as dobradiças;

• os puxadores e vidros podem também ser aplicados em obra para facilitar o transporte.

O produto final fica assim semelhante às figuras, válidas para as caixilharias lameladas (Figura 2.13a), e maciças (Figura 2.13b).



(a) (b)

Figura 2.13: Esquemas de materiais de caixilhos em madeira:
2.13a) perfil de caixilho em madeira lamelada;
2.13b) perfil de caixilho em madeira maciça.

Pode ainda observar-se o processo total de montagem no Anexo G.

2.6.3.4 Ligações e acessórios

Quer seja em materiais maciços ou lamelados, há que garantir as ligações entre os vários elementos. Para isso, o processo mais utilizado em madeira é a samblagem, que consiste numa complexa interpenetração das peças com colagem posterior. Devido à automatização ser mais fácil, cada vez mais se adoptam sistemas de cola e tacos, por vezes reforçada com parafusos. Este sistema é, no entanto, menos eficaz em termos de solidez e vedação. Pode-se observar estes dois métodos nas Figuras 2.14a e 2.14b.

2.6.3.5 Manutenção

Quando for realizada a manutenção à caixilharia de madeira, deve-se evitar as seguintes situações:

• golpes e atritos na caixilharia;

• humedecer a madeira, já que a humidade provoca alterações de volume, aspeto e forma da madeira;

• a caixilharia que não esteja preparada para receber a incidência direta dos raios UV, deve ser mantida nessa condição;

• o apoio sobre as caixilharias de pesos, materiais de limpeza, roldanas, ou objetos que a possam danificar;

• modificações da caixilharia sem autorização prévia de um técnico, tais como a adaptação da mesma a aparelhos de ar condicionado;

(a) (b)

Figura 2.14: Esquemas de união de caixilhos em madeira:
2.14a) perfil com recorte para samblagem;
2.14b) perfis unidos com tacos e cola.

• forçar as manivelas e os mecanismos de controlo de abertura e fecho;

• a utilização de produtos de silicone para limpeza ou proteção de madeira envernizada, pois os restos de silicone impedirão o seu posterior envernizamento;

• a utilização de produtos químicos que fechem os poros da madeira.

Durante as operações de manutenção, caso seja detetada a rotura ou perda de estanqueidade dos perfis, deve ser avisado um técnico competente. As operações de manutenção devem prever a proteção da madeira com produtos inseticidas e fungicidas, repelentes de água e produtos com uma capacidade filtrante dos raios UV.

A manutenção da caixilharia de madeira pelo utilizador deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 3 em 3 meses: limpeza da sujidade e resíduos de poluição com um pano húmido;

• de ano a ano: lubrificação das ferragens e verificação do correcto funcionamento dos mecanismos de fecho e manobra; se necessário, serão lubrificados com óleo ligeiro ou serão desmontados para uma manutenção correta;

• de 2 em 2 anos: verificação do correcto funcionamento de fechos em elementos móveis; nova demão da sua proteção evitando o verniz e utilizando acabamentos de poro aberto que não produzam descascamentos em exteriores; nova demão de pintura;

• de 5 em 5 anos: verificar a estanqueidade, a imobilidade dos vidros e mecanismos;

• de 10 em 10 anos: renovação dos acabamentos lacados, do tratamento contra os insetos e fungos das madeiras.

A manutenção da caixilharia de madeira pelo profissional qualificado deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 6 em 6 meses: verificação do funcionamento de fechos automáticos, retentores magnéticos, mecanismos inclinados, motores hidráulicos, e diferentes acessórios;

• de 3 em 3 anos: reparação dos defeitos por má estanqueidade, mau funcionamento ou roturas;

• de 5 em 5 anos: vedação de juntas;

• de 10 em 10 anos: inspeção da ancoragem dos aros das portas às paredes.

2.6.4 Ferro/aço

2.6.4.1 Considerações preliminares

O ferro é um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre, sendo que, entre os metais, somente o alumínio é mais abundante. Historicamente, o uso do ferro tem sido uma constante desde a sua descoberta, existindo até um período da História denominado Idade do Ferro. Hoje em dia, é o metal mais usado, sendo que cerca de 95% do peso da produção mundial de metal é em ferro [40].

É um material maleável, tenaz, com uma coloração cinza prateada e apresenta propriedades magnéticas. É um material facilmente oxidável, sendo raramente encontrado livre. A partir dele, são criadas diversas ligas metálicas, fazendo variar pequenas percentagens na sua composição química, através da adição de outros metais. Estas ligas têm como objetivo a melhoria das sua propriedades, para diversos tipos de aplicações. Uma das ligas metálicas férreas mais conhecidas é o aço. Este é uma liga de elementos metálicos e não metálicos, sendo que o carbono é o elemento que lhe confere as suas propriedades características. A percentagem de carbono presente é variável, dependendo da utilização pretendida, sendo normalmente de 0,008 a 2%. Quando esta percentagem é superior a 2%, é normalmente chamado à liga ferro fundido.

De maneira a evitar a oxidação natural do ferro e do aço, bem como a corrosão daí resultante, são adicionados outros metais à liga, entre eles o crómio e o níquel. É com esta combinação de metais que se obtém o aço inoxidável, com as propriedades de resistência do aço normal, mas altamente resistente à corrosão. Hoje em dia, para caixilharias, é utilizado tanto o ferro fundido galvanizado, como o aço inoxidável, e aços patináveis. Estes têm a designação Corten ou COR-TEN, e são aços que contêm pequenas adições de elementos de liga, como cobre, fósforo, níquel e cromio, que em determinadas condições ambientais contribuem para a formação de uma pátina que protege esses aços da ação corrosiva na atmosfera oxidante de muitos ambientes urbanos.

As vantagens da utilização do ferro / aço em caixilharias são o facto de permitir caixilhos extremamente delgados, ter uma elevada resistência, que lhe permite segurar grandes painéis de vidro sem grandes deformações, a versatilidade da sua utilização em vários tipos de edifícios, a sua elevada durabilidade e fácil reparação, a fácil reciclagem do material e, por fim, a sua resistência ao fogo.

Quanto às desvantagens, pode-se apontar o seu preço e peso elevados, a dificuldade em encontrar mão-de-obra especializada em países com pouca tradição neste tipo de caixilharia e a necessidade de se utilizar vidros de boa qualidade de modo a garantir um bom comportamento geral do sistema de caixilharia.

No caso das ligas mais comuns, as principais características são as explicitadas na Tabela 2.17:

Tabela 2.17: Principais propriedades físicas e químicas das ligas de aço;

(a)

Propriedades	Aços carbono	Aços de liga	Aços inoxidáveis
Densidade	7,85	7,85	7,75-8,1
Módulo de elasticidade (Gpa)	190-210	190-210	190-210
Coeficiente de Poisson	0,27-0,3	0,27-0,3	0,27-0,3
Expansão térmica (10 -6 /K)	11-16,6	9,0-15	9,0-20,7
Ponto de Fusão (ºC)	1371-1454	1371-1454	1371-1454
Condutividade térmica (W/mK)	24,3-65,2	26-48,6	11,2-36,7
Calor específico (J/kg-K)	450-2081	452-1499	450-500
Resistividade eléctrica (10-9 W-m)	130-1250	210-1251	75,7-1020
Resistência à tracção (Mpa)	276-1882	758-1882	515-827
Resistência (Mpa)	186-758	366-1793	207-552
Alongamento (%)	10\32	4\31	12\40

(b)

Figura 2,17b) aspecto do mineral hematite [31].

2.6.4.2 Matérias-primas

A principal matéria-prima para a produção de caixilharias em ferro / aço será o ferro. A obtenção do ferro na natureza é feita a partir dos seus óxidos, pois normalmente os metais têm tendência a doar eletrões. Os óxidos mais comuns na natureza são assim hematite (Fe_2O_3), a magnetite (Fe_3O_4) e a limonite ($FeO(OH)$). As maiores minas destes minerais localizam-se na Austrália, Brasil, Estados Unidos, Rússia, França e Inglaterra [40].

Para a obtenção do ferro destes óxidos, existem processos metalúrgicos que têm como objetivo obter o metal a partir do minério correspondente. Estes processos ocorrem em altos-fornos, onde o minério é reduzido e se transforma primeiramente em ferro gusa, ou ferro bruto. Este ferro contém cerca de 4% de carbono sob forma de carboneto de ferro (Fe_3C). Possui com principais impurezas o silício (0,3 a 2%), o enxofre (0,01 a 1%), o fósforo (0,05 a 2%) e o manganês (0,5 a 2%). É um ferro duro e frágil, com baixa resistência mecânica devido às altas percentagens em carbono [40].

O ferro fundido é assim obtido a partir da afinação do ferro gusa, quando este é levado a uma fundição, para ser usada na fabricação de peças de ferro fundido, ou para a aciaria, para ser transformada em aço e refundido com ferro fundido reciclado e aços em fornos de cúpula. O ferro gusa possui ainda uma percentagem de 2,3 a 3,5% de carbono. Para a obtenção de aço, o ferro fundido ou ferro gusa é levado a conversores, onde, através da injeção de ar a alta pressão, as impurezas do ferro sofrem um processo de oxidação até que a sua concentração se reduza a valores desejados. Os fornos conversores mais utilizados são o conversor Bessemer, conversor Thomas e conversor LD (LinzDonawitz).

Os fornos podem ser fornos elétricos (de indução, de arco elétrico ou pudelagem) e os processos de afinação da gusa podem ser o Bessemer (ácido), o Thomas (básico) ou o Siemens-Martin.

O processo de produção acaba assim com a laminagem a frio ou a quente dos lingotes, tendo como resultado aços com propriedades diferentes. A laminagem consiste em comprimir e estirar o lingote, sendo este reaquecido num forno a gás até a uma temperatura específica, e moldado através de cilindros sobrepostos, colocados entre suportes. Todo este processo pode ser observado na Figura 2.15

2.6.4.3 Processo de fabrico

O processo normal de produção da caixilharia de ferro / aço tem início com a produção dos perfis utilizados. Estes perfis podem ter dois tipos de origem, sendo eles laminados a frio ou a quente. Embora os perfis laminados a quente sejam a opção mais frequente dos produtores de caixilharias, estes possuem maiores tensões residuais e maiores deformações após o arrefecimento do que os perfis laminados a frio.

No caso da caixilharia de ferro, existe uma grande percentagem de trabalho manual no processo de fabrico, pois as opções arquitectónicas mais ousadas recorrem às características de resistência do aço para soluções de caixilharia esbeltas e estilizadas. Isto obriga a que cada caso seja especial, o que dificulta a mecanização do processo. Para a visualização do processo de fabrico deve-se consultar o Anexo I.

Após a chegada dos perfis à unidade de produção, o processo de fabrico, pode ser sintetizados nos seguintes pontos:

- corte dos perfis nas medidas pretendidas;
- junção dos perfis, através de soldagem;
- galvanização de zinco;
- aplicação de primários e pinturas de proteção;
- aplicação das ferragens e montagem do conjunto de caixilharia;
- aplicação das juntas de estanqueidade;
- aplicação do vidro;

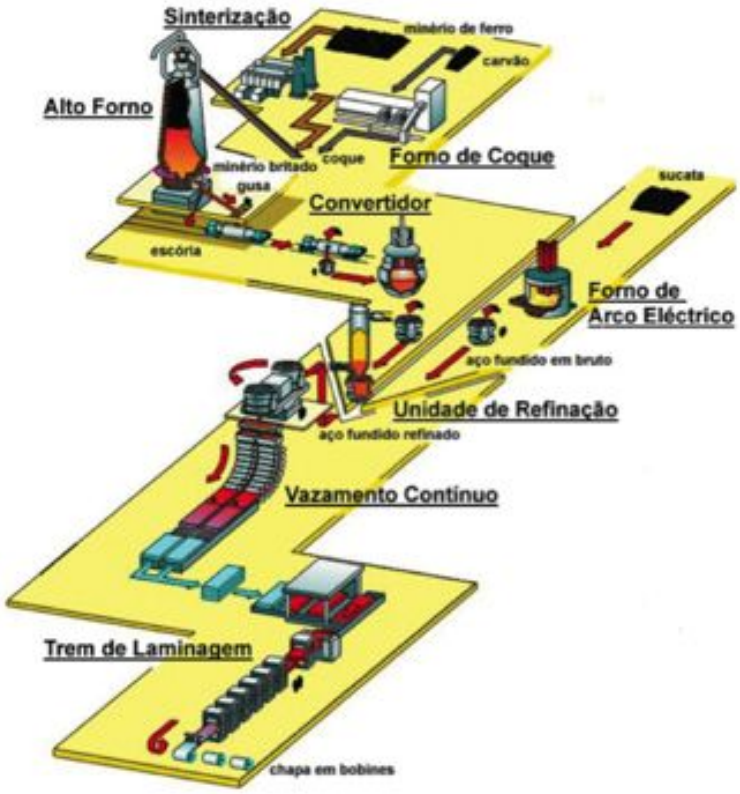


Figura 2.15: Processo de produção do aço [41].

• verificação de funcionamento.

No entanto, as caixilharias em aço produzidas em pequenas e médias serralharias não seguem o processo industrial acima descrito. Uma das principais diferenças é que normalmente estas não recebem qualquer tipo de tratamento superficial (desengorduramento, aplicação de primário, decapagem, fosfatização ou zincagem) [3]. Existe assim a necessidade de sobredimensionar as espessuras dos perfis, e de manutenções regulares incluindo pinturas periódicas [3].

2.6.4.4 Ligações e acessórios

As ligações nas janelas metálicas devem ser rígidas, estanques e bem niveladas. Maioritariamente, estas ligações dividem-se em ligações angulares e lineares, que no caso do aço são normalmente soldadas. A soldadura pode ser contínua ou descontínua, sendo que no caso da soldadura descontínua deve ser garantida uma camada de estanqueidade contínua realizada em mastique, garantindo assim a rigidez e a estanqueidade da ligação.

No caso da caixilharia em aço, deve-se precaver o problema da corrosão, caso a galvanização se degrade, ou não tenha sido bem aplicada. Deste modo, devem ser colocados espaçadores deformáveis entre a caixilharia e o vidro, de modo a que a dilatação do material causada pela corrosão não afete o vidro, causando a sua inutilização prematuramente.

Devido à diferença de coeficientes de dilatação térmica, para peças de dimensões superiores às janelas comuns, devem ser previstas ligações ao vão com argolas de ligação com peças oblongas.

2.6.4.5 Manutenção

Quando for realizada a manutenção à caixilharia de aço, deve-se evitar a seguinte situação:

• a utilização de abrasivos, dissolventes, acetona, álcool ou outros produtos susceptíveis de atacar a caixilharia.

A manutenção da caixilharia de aço pelo utilizador deve-se então basear nas seguintes operações periódicas:

• de 3 em 3 meses: limpeza da sujidade devida à contaminação e ao pó com um pano humedecido; em caixilharia de aço inoxidável, com água e sabão ou detergente não clorado em líquido ou pó, usando uma esponja, pano ou escova suave e água abundante; no caso de manchas isoladas, podem-se acrescentar à solução de água e sabão pós de limpeza ou um pouco de amoníaco (para ambientes costeiros ou especialmente agressivos);

• de ano a ano: lubrificação das ferragens e verificação do correto funcionamento dos mecanismos de fecho e manobra; limpeza da sujidade devida à contaminação e ao pó com um pano humedecido (para ambientes sem condições de agressividade especiais);

• de 3 em 3 anos: inspeção visual para detetar perda de estanqueidade dos perfis, roturas, falhas na fixação do envidraçado e deterioração ou desprendimento da pintura, se for o caso; pintar de novo quando for necessário, para recuperar a aparência e evitar a oxidação ou corrosão dos perfis.

A manutenção da caixilharia de aço pelo profissional qualificado deve-se basear nas seguintes operações periódicas:

• de 6 em 6 meses: verificação do funcionamento de fechos automáticos, retentores magnéticos, mecanismos inclinados, motores hidráulicos, e outros acessórios;

• de ano a ano: reparação dos elementos de fecho e fixação, se necessário;

• de 10 em 10 anos: inspeção da ancoragem dos aros das portas às paredes e renovação da vedação dos aros com a fachada.

2.6.5 Fibra de vidro

2.6.5.1 Considerações preliminares

Vários polímeros reforçados com fibra de vidro (PRFV) começam hoje a ser utilizados na produção de caixilharias. Isto acontece porque o PRFV tem uma grande resistência à tração, flexão e impacto, sendo ao mesmo tempo leve, não-condutor e um óptimo isolante térmico. É ainda altamente moldável e apresenta uma grande resistência à corrosão, raios UV e produtos químicos. A fibra de vidro tem sido elogiada por utilizadores, bem como em estudos comparativos feitos pelos fabricantes. No entanto, ainda não se encontra em comercialização em Portugal, não havendo avaliações realizadas por entidades nacionais e, mesmo a nível mundial, encontra-se hoje ainda limitada a poucos produtores.

As vantagens associadas à caixilharia de fibra de vidro são assim o seu aspeto esbelto, a possibilidade de diversos tipos de pinturas e acabamentos, a sua reduzida manutenção, a possibilidade de produção de peças complexas, a ausência de juntas ou emendas e a baixa dilatação térmica, que é bastante próxima da dilatação térmica do vidro, a resistência à radiação UV e a impactos mecânicos e o desempenho térmico [35].

As desvantagens prendem-se com a resistência a altas temperaturas e a dificuldade de obtenção de caixilharia deste material em Portugal, bem como dificuldades associadas, como a manutenção.

2.6.5.2 Matérias-primas

O PRFV é um compósito termo estável que resulta da combinação (por impregnação) de fibra de vidro proveniente de desperdícios de vidro reciclado (60%), com resinas. Este processo combina assim a resistência da fibra de vidro à tracção juntamente com a da resina à compressão. Este material é ideal para suportar solicitações à flexão, tracção, compressão e esforço transverso a que é submetida a caixilharia durante o seu tempo de vida e durante o seu manuseamento. As propriedades atingidas com este material dependem das resinas utilizadas, do tipo de fibras de vidro, da sua orientação e da sua posição no conjunto.

As resinas que são normalmente utilizadas no fabrico deste material são ortoftálicas, isoftálicas, bisfenólicas e de viniléster, sendo que na produção de caixilharias as mais utilizadas são as de vinilester e isoftálicas, pelas suas propriedades de resistência química e boa resistência mecânica.

Quanto ao processo utilizado para a produção dos perfis para caixilharias, o processo usado é a pultrusão, pelo que apenas são utilizadas bobines de fibra de vidro contínuas. Estas bobines de fibra de vidro são constituídas pelos mesmos materiais que compõem o vidro, sendo que o principal é a sílica. É um material extremamente abundante na crosta terrestre, o que torna a fibra de vidro num material de fácil obtenção [42].

2.6.5.3 Processo de fabrico

A pultrusão é utilizada na produção e plásticos reforçados por fibras, com a forma de perfis de secção constante, tais como vigas, calhas, tubos cilíndricos ou mesmo com outras secções. Basicamente consiste em impregnar os fios contínuos de fibra de vidro com resinas que posteriormente passam num dispositivo que lhe dá a forma (conformador) e numa câmara aquecida onde se dá a polimerização da resina [42]. Obtém-se um perfil que depois de puxado é cortado nas dimensões desejadas.

O processo de montagem é constituído assim nos seguintes passos:

- os perfis são cortados nas medidas pretendidas;
- as juntas são unidas mecanicamente, por peças especiais e é injetado adesivo especial na junta;
- o perfil recebe um polimento final;
- é aplicada a camada de proteção, o que pode ser feito por imersão ou por outros processos e é normalmente feito em várias camadas;
- pode receber os não películas de proteção decorativas;
- é instalado o vidro, e são colocadas as juntas de estanqueicidade;
- são instaladas as ferragens e ajustado o sistema de fecho e abertura.

2.6.5.4 Ligações e acessórios

Embora possam existir ligações por soldadura em PRFV, as técnicas para o fazer continuam ainda pouco desenvolvidas, pelo que é usual os fabricantes optarem por conetores mecânicos e a aplicação posterior de mastique de isolamento, garantindo assim uma ligação rígida e estanque [43].

Devido ao facto de o PRFV não corroer, nem reagir quimicamente, não existe qualquer cuidado a ter com o material de ferragens, desde que este esteja ele próprio protegido contra os agentes agressivos. Normalmente, a opção recai sobre ferragens em aço, com vários tipos de acabamento.

2.6.5.5 Manutenção

Como o material não sofre corrosão, não é atacado por agentes biológicos, nem perde resistência ao longo do tempo pelo que a manutenção deste tipo de caixilharia parece ser reduzida. Embora seja um

produto relativamente novo, não havendo garantias quanto à sua durabilidade, a manutenção por parte do utilizador resume-se nos seguintes pontos:

• de 6 em 6 meses: limpeza da sujidade devida à contaminação e ao pó com água ou água com sabão neutro, e das calhas, no caso de folhas de correr.

• de 3 em 3 anos: inspeção visual para detectar perda de estanqueidade dos perfis, roturas e falhas na fixação do envidraçado.

Pelo técnico especializado, devem ser garantidas as seguintes operações:

• de 5 em 5 anos: revisão do elemento isolante e dos vedantes;

• de 10 em 10 anos: inspeção da ancoragem dos aros das portas às paredes e renovação da vedação dos aros com a fachada.

2.6.6 Mistos

2.6.6.1 Considerações preliminares

Na tentativa de aproveitar o melhor dos diversos materiais, a indústria iniciou a produção de combinações dos mesmos. Estas combinações tentam colocar materiais mais duráveis e resistentes expostos às condições exteriores, e materiais com melhor aspeto, e mais agradáveis ao toque em contato com o interior das habitações.

2.6.6.2 Madeira-alumínio

Os caixilhos de madeira-alumínio combinam a resistência à corrosão e à degradação do alumínio, com a beleza e características isolantes da madeira. Neste tipo de caixilharia, é usualmente utilizada caixilharia de madeira lamelada, em duas / três camadas produzidas como é indicado no sub capítulo 2.5.1.3, e uma camada exterior ventilada de alumínio. A solidarização dos dois materiais é feita mecanicamente, normalmente através de clips de *nylon*. A função estrutural do conjunto é normalmente garantida pela madeira. A constituição e organização deste tipo de caixilharia é normalmente a representada no corte da Figura 2.16a.

2.6.6.3 Alumínio-PVC

A opção de realizar caixilharias em alumínio-PVC tem como base o melhor isolamento térmico, a redução do custo e o aspeto exterior mais elegante e resistente do alumínio. A ligação dos dois materiais é feita por colagem e mecanicamente nos bordos, sendo a função estrutural do conjunto garantida pelo PVC. A constituição e organização deste tipo de caixilharia é normalmente a representada no corte da figura 2.16b.

2.6.6.4 Madeira-vidro estrutural

A união do vidro estrutural com a madeira é ainda pouco comum, apresentando no entanto um aspeto bastante moderno, sendo aparentemente uma boa solução. A função de suporte deste tipo de solução é garantida pelo vidro estrutural que é colado com colas estruturais à madeira. A principal dificuldade nesta solução será a solidarização do vidro com a caixilharia fixa ao vão, que neste caso apresenta uma rotura térmica, garantindo a sua total estanqueidade. A constituição e organização deste tipo de caixilharia é normalmente a representada no corte da Figura 2.16c.

2.6.6.5 PRFV-madeira

Neste tipo de caixilharia mista, a função estrutural é suportada pelo PRFV, o que permite caixilhos mais delgados, aproveitando melhor o espaço do vão para a entrada de luminosidade. Sendo os dois materiais bons isolantes térmicos, o conjunto possui boas características térmicas, excelente durabilidade, resistência a ambientes agressivos e à corrosão, A constituição e organização deste tipo de caixilharia são normalmente as representadas no corte da Figura 2.16.

(a) (b) (c) (d)

Figura 2.16: Vários tipos de perfis mistos:
2.16a) perfil misto madeira-alumínio [44]; 2.16b) perfil misto aluminio-PVC [44]; 2.16c) perfil misto madeira-vidro estrutural [45]; 2.16d) perfil misto PRFV-madeira [43].

2.6.7 Outros materiais

2.6.7.1 Considerações preliminares

Existem ainda no mercado, ou em fase experimental, alguns materiais que merecem referência no mundo das caixilharias. Infelizmente, o seu aparecimento recente ainda não permite perceber qual vai ser o seu comportamento ao longo do tempo e a quantidade de testes realizados não permite inferir ainda com segurança a sua qualidade.

2.6.7.2 *Wood plastic composites* (WPCs)

Estes materiais são compósitos constituídos por desperdícios de madeira provenientes de outras indústrias aglomerados por materiais termoplásticos (PVC, PE, PP), que podem também eles ser reciclados [46]. O fabrico deste material para caixilharia é realizado por extrusão, à semelhança do PVC, após a correta mistura dos componentes.

Entre as vantagens a apontar a este material, estão o facto de ter uma boa resistência ao apodrecimento [47], bom desempenho térmico [35], embora absorva água devido aos pedaços de madeira com que é constituído. Outras vantagens podem ser o facto de ser um produto reciclado, não necessitar de pintura, ser facilmente moldável e trabalhável.

Entre as desvantagens, contam-se o facto de ser dificilmente reciclado de novo, ser fracamente resistente ao fogo, ter comportamento mecânico inferior ao da madeira e os polímeros utilizados são passíveis de ser afetados pela radiação UV. Devido ao facto de ser um material absorvente, pode ainda ser manchado por líquidos que absorva e o seu comportamento mecânico pode ser afetado pelo grau de humidade presente no material.

Este material é ainda utilizado em conjunto com alumínio, em caixilharias mistas.

2.6.7.3 Compósitos de ABS/ASA

Para a utilização deste tipo de compósitos, a caixilharia é composta em duas partes. Uma parte exterior em acrilonitrilo - estireno - acrilato (*Acrylonitrile - Styrene - Acrylate*) , conhecido por "ASA"co-extrudida que tem como objetivo conferir uma elevada resistência às intempéries e à radiação UV e uma parte interior em acrilonitrilo - butadieno - estireno (*Acrylonitrile - Butadiene – Styrene*) conhecido por "ABS", de modo a atingir um grau de isolamento térmico e resistência mecânica superior aos conseguidos pelo PVC [46].

Como vantagens, este material tem o facto de poder ser produzido com a mesma maquinaria necessária à produção de PVC, conseguindo contudo rendimentos 30 a 40% maiores. É mais leve que o PVC para a mesma resistência da secção, proporciona um bom acabamento e é um bom isolante térmico [46].

Como desvantagens, tem-se a fraca resistência ao fogo, a produção de fumos tóxicos quando queimado, é atacado quimicamente por ácidos e hidrocarbonetos, não pode ser soldado e ainda ser mais caro do que o PVC.

2.6.7.4 Compósitos de poliuretano

Os caixilhos de poliuretano são ainda raros e a sua penetração no mercado não é ainda mensurável. O poliuretano é um material polimérico, normalmente resultante da reação de diisocianato, disponível nas formas alifáticas ou aromáticas, e um diol (como o etileno glicol, 1,4 butanodiol, dietileno glicol, glicerol) ou um poliol poliéster, na presença de um catalisador [46]. O monómero resultante desta reação tem o nome de uretano.

Para a produção de caixilharia, é usado um processo de extrusão semelhante ao utilizado para o PVC, e um reforço de alumínio também semelhante ao utilizado na caixilharia em PVC. Também os aditivos utilizados são específicos para a utilização em caixilharias, tornando o poliuretano resultante num material com características necessárias à utilização em ambiente exterior.

Este material tem como vantagens a enorme liberdade de concepção dos perfis, o baixo peso, a resistência à corrosão, o baixo custo de produção, o bom isolamento térmico e acústico, a resistência à abrasão, a possibilidade de ser reciclado e os acabamentos fáceis de reparar.

Como desvantagens, podem-se apontar o comportamento a temperaturas elevadas, em ambientes húmidos e quentes e quando em contato com alguns químicos. Um perfil tipo para este tipo de material pode ser observado na Figura 2.17.

2.6.8 Análise comparativa

De modo a complementar o presente estudo, realiza-se neste ponto uma análise comparativa entre os principais materiais analisados. Nesta análise qualitativa, são analisados fatores de relevância no ciclo de vida dos vários sistemas como a necessidade de manutenção, o aspeto final, o gasto energético na sua produção, entre outros.

O aspeto mais relevante analisado atualmente será o desempenho térmico dos vários materiais, sendo relevante um olhar mais pormenorizado sobre este aspeto. Neste âmbito, têm sido realizados diversos estudos sobre os vários elementos da caixilharia e a sua influência no comportamento geral do sistema, sendo o material constituinte dos caixilhos um desses elementos. Neste sentido, pode observar-se na Figura 2.18 um gráfico comparativo do comportamento de vários materiais de caixilharia, associados a vários tipos de envidraçado com paredes de alvenaria de várias espessuras, simples e duplas.

Pode ver-se assim que o material que apresentou o pior desempenho térmico neste estudo foi o alumínio sem rotura térmica ($U = 5W/m^2K$, com VD1), seguido de perto pelo alumínio com rotura térmica ($U =$

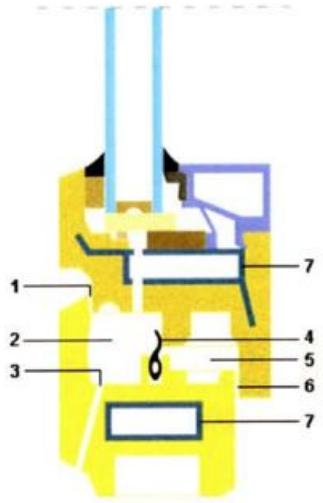


Figura 2.17: Secção de um perfil tipo de poliuretano [3]:
1 - Junta de estanqueidade; 2 - Câmara de descompressão drenada; 3 - Rasgo de drenagem para o exterior; 4 - Segunda junta de estanqueidade; 5 - Câmara para ferragens; 6 - Terceira junta (acústica); 7 - Reforço em alumínio.

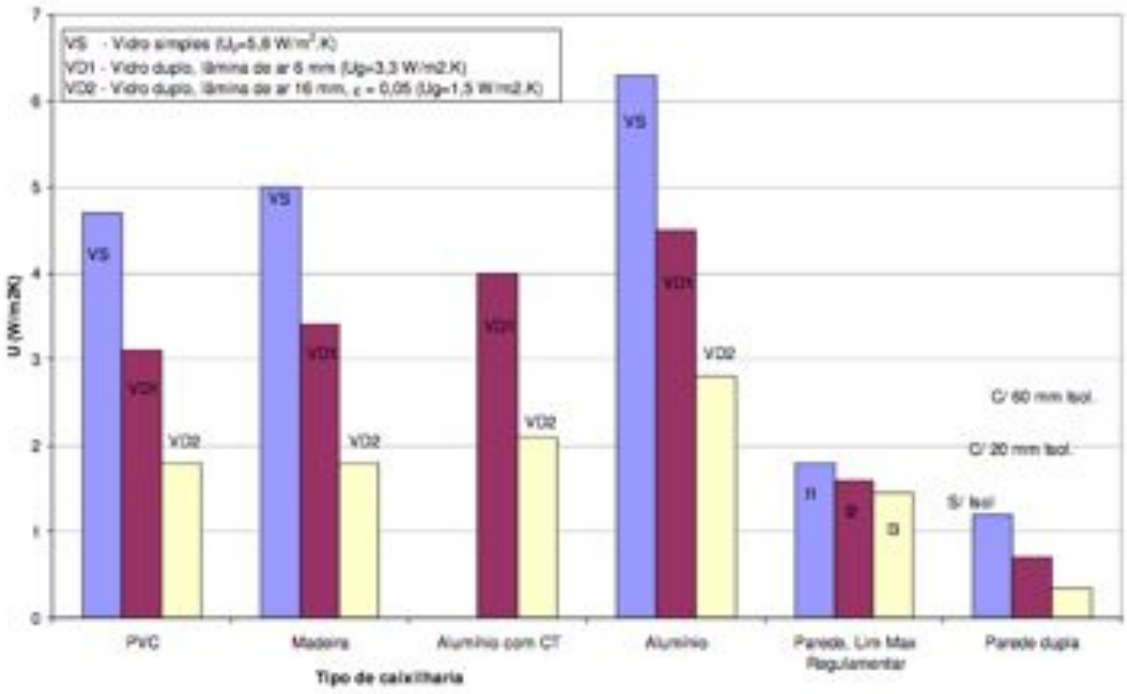


Figura 2.18: Análise térmica de vários tipos de materiais de caixilharia ([35], [48]).

$4W/m^2K$, com VD1), e o material com o melhor desempenho foi o PVC ($U = 3,1W/m^2K$, com VD1). De notar, no entanto, o bom comportamento térmico da madeira ($U = 3,3W/m^2K$), e a possibilidade de melhorar este comportamento com a adopção de roturas térmicas de materiais isolantes. É possível também observar que é ainda grande a distância que separa o comportamento térmico da caixilharia analisada do comportamento dos panos de alvenaria normalmente utilizados nos edifícios atuais, pelo que a caixilharia continua a ser o elo fraco do comportamento térmico de fachadas.

Analisando outros fatores relevantes para a escolha e projeto dos sistemas de caixilharia, pode-se ter

uma ideia mais alargada dos níveis de desempenho dos diversos materiais. Dada a falta de estudos que comprovem alguns dos fatores analisados nesta comparação, e dada a subjectividade associada a fatores como o aspeto final, apenas serão previstos cinco níveis de desempenho.

Esta análise está assim traduzida na Tabela 2.18 e no anexo J , onde se pode observar uma tabela de resumo das vantagens e desvantagens dos diferentes materiais.

Tabela 2.18: Análise comparativa de vários tipos de materiais de caixilharia (adaptado de [49], [37], [48]).

Materiais	Sustentabilidade da produção	Resistência aos raios UV	Resistência à podridão e fungos	Resistência à corrosão	Isolamento térmico	Isolamento acústico	Comportamento ao fogo	Dilatação térmica	Possibilidades de acabamento	Manutenção	Dimensões dos perfis	Preço de mercado	Classificação global
Alumínio	D	B	B	B	D	C	A	D	B	A	C	B	42
PVC	D	D	B	A	A	B	C	B	C	B	D	C	41
Madeira	A	E	D	A	B	A	D	A	A	E	C	E	39
Ferro /Aço	C	A	A	D	C	C	B	C	B	D	A	A	44
Mistas	B	B	B	B	B	B	D	B	A	C	C	C	44
Fibra de vidro	B	B	A	A	A	C	E	A	A	B	B	E	46
Classes de desempenho: A=Muito bom; B=Bom; C=Razoável; D=Mau; E=Muito mau.													

2.7 Tipos de acessórios usados em caixilharia

O conjunto dos acessórios representa cerca de 20 a 30% do custo final de um sistema de caixilharia e frequentemente é a causa de diversas anomalias devido a uma escolha ou montagem deficiente [3]. É relevante assim fazer uma análise das suas caraterísticas e funções, dado que são também responsáveis pelo correto funcionamento das caixilharias face às exigências de desempenho [34].

Iniciando a análise dos acessórios pelas ferragens mais comuns de acordo com a tipologia e posteriormente os acessórios e métodos de utilização comum a todas as tipologias de caixilharia como os calços e as juntas e materiais de vedação.

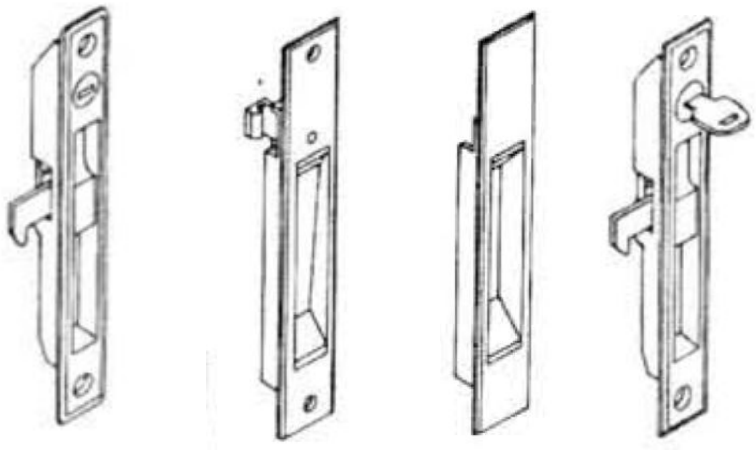
2.7.1 Ferragens

Os principais materiais utilizados na produção de ferragens são o alumínio extrudido, alumínio fundido, latão, aço inox, *zamak* (liga de zinco-alumínio-magnésio-cobre), *chumbaloy*, *nylon*, *poliacetal* e aço 1020 [3], sendo a sua escolha dependente do tipo de material utilizado na caixilharia, da sua tipologia e da intensidade da sua utilização. Existem assim diversos tipos de ferragens que serão referidas de acordo com a tipologia da caixilharia.

2.7.1.1 Ferragens para janelas de correr

Os tipos de ferragens existentes para janelas de correr são os seguintes [3]:

- fecho de acionamento interno (tipo "concha"): normalmente acionado por uma pequena reentrância em forma de concha na superfície do caixilho a que deve o nome, este tipo de fecho é manobrado pelos dedos do utilizador com ou sem chave, o que causa a entrada da tranca na ranhura existente no aro inferior, superior ou em ambos, impedindo a abertura das folhas móveis; um exemplo deste tipo de fecho pode ser visto na Figura 2.19;



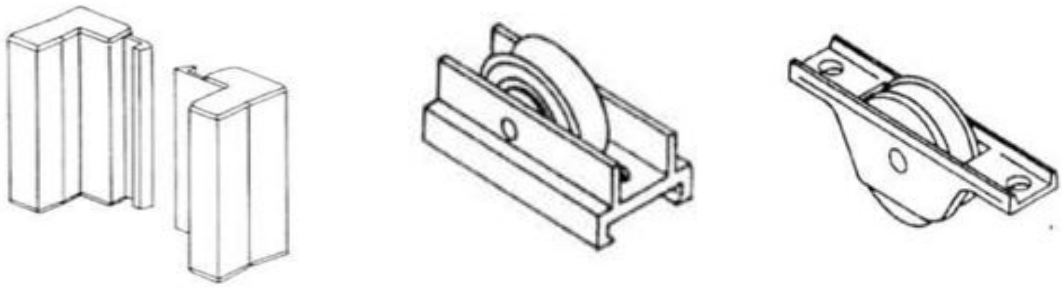
(a) (b) (c) (d)

Figura 2.19: Vários tipos de fechos de acionamento interno [50].

-fecho de acionamento externo (tipo "rotação"): fecho mais compacto, normalmente com corpos de fixação de alumínio ou *zamak* e base de fixação em *nylon*; pode ter vários tipos de alavancas e é na sua maioria regulável de modo a poder ser utilizado na maioria das situações, vindo normalmente acompanhado por um contrafecho de alumínio e parafusos de fixação em aço [3];

-fecho de folha dupla: para garantir o fecho de duas folhas de correr, consiste num fecho e contrafecho instalados em folhas separadas que fazem a sua fixação por encaixe; normalmente realizado em alumínio ou aço, permite o fecho automático e é produzido em diversas formas e acabamentos, inclusivamente com puxador incorporado [34]; pode ser observado um exemplo deste tipo de fecho na Figura 2.20;

-roldanas: destinadas a permitir o deslizamento das folhas móveis nas guias dos aros inferior, superior ou ambos, as roldanas são normalmente constituídas pelos suportes em alumínio ou *zamak* e pelas roldanas em aço ou *nylon*; normalmente as roldanas têm a mesma configuração externa da calha, de modo a facilitar o encaixe nas guias, possuindo em alguns casos mecanismos de regulação em altura para absorção das imperfeições ou detritos presentes na calha [3]; pode-se observar alguns exemplos de roldanas na Figura 2.20.



(a) (b) (c)

Figura 2.20: Vários tipos de acessórios da caixilharia de correr [50]:
2.20a) fecho de folha dupla; 2.20b) roldana para caixilho superior;
2.20c) roldana para caixilho inferior.

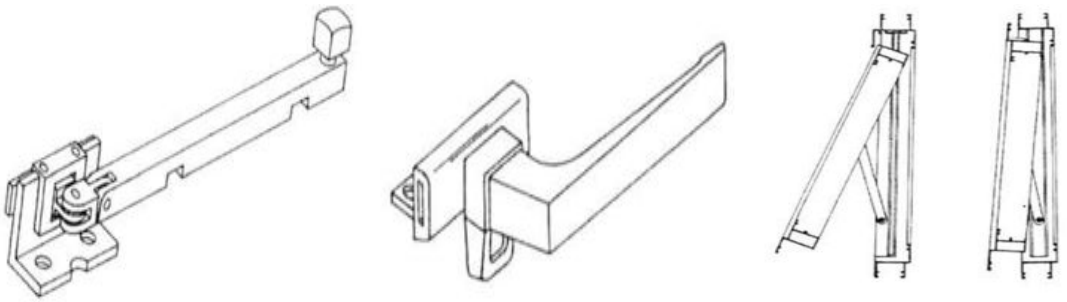
2.7.1.2 Ferragens para janelas oscilantes

Os tipos de ferragens para janelas oscilantes são os seguintes [3]:

-fecho de haste: utilizado em caixilharias com peitoris a alturas superiores a 1,60 m e de abertura inferior, possui normalmente uma haste que é utilizada para manter a janela em posição passando por dentro de uma guia; normalmente elaborada em alumínio ou *nylon*, pode possuir vários entalhes para permitir vários ângulos de abertura e sistemas de amortecimento, de modo a conferir uma maior solidez ao sistema; pode observar-se um exemplo na Figura 2.21;

-fechos de alavanca: constituído por uma maçaneta e um contrafecho, é um sistema eficaz e robusto utilizado em casos de elevada utilização da folha móvel; desde que bem ajustado e dimensionado, é de fácil utilização e reparação, sendo normalmente comercializado com todos os elementos necessários para a instalação, incluindo os parafusos de fixação; pode-se observar um exemplo na Figura 2.21;

-limitadores de abertura: os limitadores de abertura têm como função limitar a abertura das janelas oscilantes a um ângulo suportável pelas dobradiças e conveniente para a utilização pretendida; existem limitadores simples ou duplos, sendo os de tipo duplo utilizados em casos onde o sistema de caixilharias não inclui pingadeiras; os limitadores possuem normalmente a opção de abertura total da folha, de modo a permitir a limpeza do vidro pelo interior; pode observar-se um exemplo na Figura 2.21.



(a) (b) (c)

Figura 2.21: Vários tipos de acessórios da caixilharia oscilantes [50]:
2.21a) fecho de haste; 2.21b) fecho de alavanca;
2.21c) limitador de abertura simples / duplo.

2.7.1.3 Ferragens para caixilharias de batente e pivotante

Os tipos de ferragens para janelas de batente e pivotantes são os seguintes [3]:

-fecho de cremona: em casos onde é necessária a ocultação do mecanismo de fecho no interior dos perfis, utiliza-se este tipo de fecho em alumínio, aço ou latão; consiste numa caixa com um dispositivo de alavanca, que aciona um varão de diâmetro variável de acordo com a necessidade de resistência, que realiza o travamento em orifícios no aro; pode-se observar um exemplo na Figura 2.22;

-fecho tipo "ferrolho": aplicado por aparafusamento no perfil, normalmente fabricado em alumínio, aço inox, zincado ou cromado, latão ou *nylon*; é normalmente utilizado em reparações de sistemas mais complexos pela sua fácil instalação;

-dobradiças: fabricadas em aço, alumínio ou latão, permitem a abertura das folhas móveis; são normalmente ambidestras e os modelos mais recentes permitem a sua afinação através de uma chave específica; pode-se observar um exemplo na Figura 2.22.

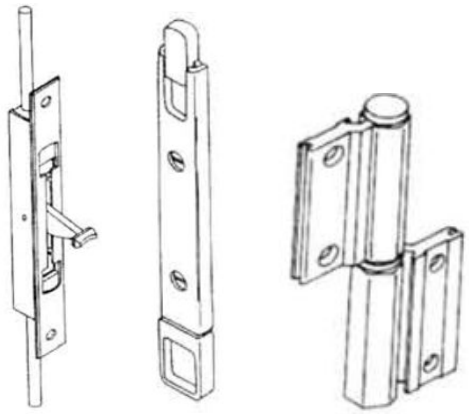


Figura 2.22: Vários tipos de acessórios da caixilharia de batente e pivotante [50]:
2.22a) cremona de alavanca; 2.22b) cremona de "unha";
2.22c) dobradiça.

2.7.2 Calços

Os calços têm uma função de suporte e posicionamento relativo do vidro em relação à caixilharia. Têm também a função de transmitir as tensões existentes no vidro a partes específicas da caixilharia e a de afastar o vidro do contacto direto com os perfis. De acordo com a sua função podem ser de quatro tipos [3]:

-calços de apoio: têm a função de sustentar o peso do vidro, sendo colocados entre a extremidade do vidro e o fundo da calha do perfil; têm uma dureza entre 70 e 75 Shore D [3] no caso de serem em materiais plásticos ou correspondente no caso de serem de outro material; o seu comprimento é função do material que os constitui e das dimensões do vidro [3];

-calços periféricos e de segurança: com uma medida inferior à dos calços de apoio, estes calços impedem o vidro de entrar em contato com o perfil em folhas móveis; são assim instalados sem pressão de modo a atuar apenas no caso de haver tensões adicionais fruto da manobra da folha a transmitir;

-calços laterais: destinados a transmitir as tensões horizontais, permitem também a manutenção de uma distância uniforme lateral entre o vidro e o perfil; auxiliam também na limitação das deformações laterais da junta e na manutenção da espessura do mastique de estanqueidade;

-cunhas: a utilização de cunhas permite evitar que os movimentos de abertura e fecho das folhas móveis desloque o vidro da sua posição original.

A distância entre o eixo dos calços e o bordo do vidro deve ser de 1/10 do comprimento do vão, sendo a distância entre o bordo exterior dos calços e o bordo exterior do vidro de 1/20 do comprimento do vidro [51]. O seu posicionamento deve ser feito de acordo com a Figura 2.23.

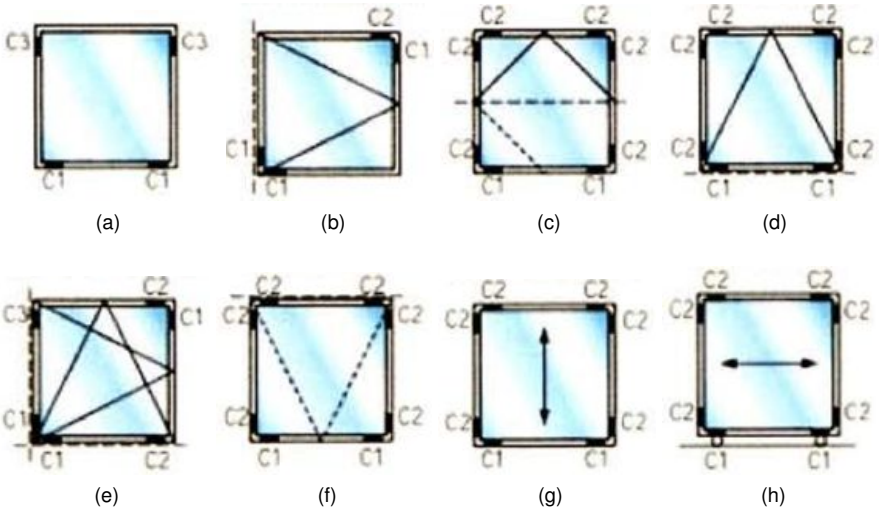


Figura 2.23: Localização e tipo dos calços em caixilharia [52] (C1- calços de apoio; C2- calços laterais; C3- calços de segurança); tipologias:
2.23a) Fixa; 2.23b) De batente;. 2.23c) Pivotante horizontal;. 2.23d) Basculante;
2.23e) Oscilo-batente; 2.23f) Basculante inferior; 2.23g) Guilhotina; 2.23h) De correr.

2.7.3 Juntas e vedações

Sendo dos elementos mais perecíveis num sistemas de caixilharia, a correta escolha e aplicação das juntas associada a uma boa manutenção é essencial para a manutenção da estanqueidade do sistema. A infiltração de água pela caixilharia ocorre essencialmente em quatro situações [3]:

-nas juntas entre o aro e o vão;
-nas juntas entre o aro e as folhas móveis;
-entre os panos de vidro e as travessas ou montantes da caixilharia;
-pelas frestas nos perfis ou nas folhas de preenchimento.

É assim essencial adoptar sistemas que garantam a estanqueidade destes pontos durante o máximo intervalo de tempo, com a menor manutenção possível. Para isso, utilizam-se os seguintes tipos de juntas [3]:

- juntas abertas: para vidros de espessura ou dimensões reduzidas (espessura de 4 mm, semi-perímetro de 2,5m ou comprimento máximo de 2 m, segundo a NF P 23 305 e 24-301), podem-se utilizar juntas abertas; o vidro é fixado mecanicamente com o auxílio de pregos, cavilhas ou linguetas e o mastique tem como função garantir a estanqueidade e impedir a vibração do vidro; pode-se observar um esquema exemplificativo na Figura 2.24;

-juntas fechadas: este tipo de juntas é caraterizado por um envolvimento completo do vidro, e por um preenchimento total dos espaços vazios; podem ser constituídas por bites ou por perfis em borracha encastrados por um vidro de um lado e o perfil do outro, bloqueados mecanicamente por uma "chave"[3]; pode observar-se um esquema exemplificativo das duas situações na Figura 2.24;

-juntas para caixilhos de correr: a junta em caixilhos de correr é constituida por perfis em U sem bites, encaixados nos cantos do vidro [51];

-juntas auto-drenantes: no caso da utilização de vidros duplos, é necessária a utilização de orifícios de drenagem nas juntas; são evitadas assim as situações de penetração e condensação de humidade e de possíveis infiltrações; a drenagem é garantida por furos de 8 mm de diâmetro, ligando o fundo do perfil a uma câmara de exfiltração ou diretamente ao exterior; para caixilhos com comprimentos inferiores a um metro, prever dois orificios junto aos cantos dos caixilhos enquanto para perfis com mais de 1 m, deve-se prever a adição de um orifício por cada 0,5m a mais [51]; pode-se observar um esquema exemplificativo na Figura 2.24;

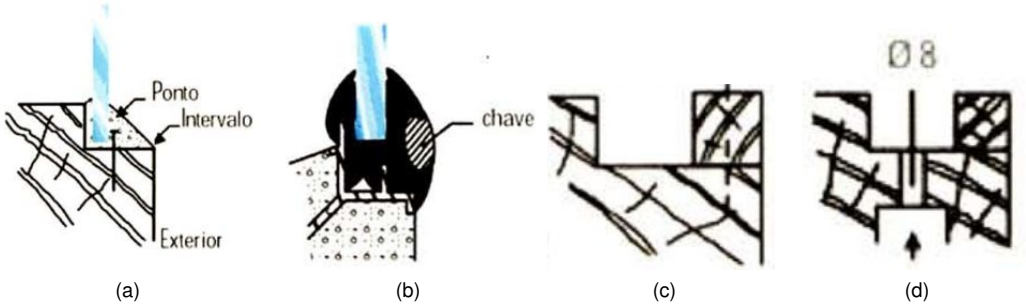


Figura 2.24: Vários tipos de juntas de vedação vidro-caixilho [52]:
2.24a) junta aberta; 2.24b) junta de estrutura;
2.24c) junta com bite interior fixado com pregos ou parafusos; 2.24d) junta auto drenante.

2.7.4 Mastiques

Os mastiques formam a barreira de colagem e estanqueidade na grande maioria das juntas. Distinguem-se entre si pelas suas caraterísticas de capacidade de movimentação, aderência, durabilidade, facilidade de aplicação, compatibilidades químicas e tipos de cura [3]. Da enorme variedade de produtos existentes no mercado atual, interessa fazer uma análise dos mais comuns. Assim sendo, escolheram-se os seguintes:

- massa de vidraceiro: ainda encontrada na grande maioria dos caixilhos a reabilitar de ferro e madeira, a massa de vidraceiro é constituída por compostos de óleo de linhaça ou de soja, carregados de sais minerais; é normalmente utilizado em casos de preservação do valor patrimonial e não tem boas caraterísticas de durabilidade, aderência, e alongamento (inferior a 2% [3]), sendo no entanto uma solução de baixo custo [34];

- betumes butílicos: constituidos por polisobutileno e isopropeno carregados com talco ou carbonato de cálcio, aditivos e solventes, são normalmente usados nas vedações internas de caixilhos e preenchimento de fendas; apresentam como vantagens um custo relativamente baixo, uma boa resistência à água e uma boa aderência e como desvantagens uma vida útil dependente da fraca elasticidade, fraca memória quando tracionados e tendência a manchar o suporte com óleos exudados [34];

- betumes acrílicos: constituídos por polímeros acrílicos misturados com promotores de aderência, plastificantes e aditivos, distinguem-se em dois tipos, dependendo do solvente; no caso de serem dissolvidos em água têm propriedades semelhantes aos betumes butílicos, possuindo um alongamento de cerca de 7%, boa resistência aos agentes climatéricos, sem odor e com uma boa aderência mas não suportam variações

de temperatura; são assim normalmente empregues em ambientes interiores; no caso de se usar outro tipo de solventes, a cura não é feita completamente pelo que se consegue alongamentos de 10% [3]; têm uma boa aderência e uma durabilidade de cerca de dez anos aos agentes climatéricos [34], embora tenham um odor desagradável em cura e uma limitada memória elástica [34]; pode ver-se na Figura 2.25 um exemplo da sua aplicação;

- polissulfeto: devido à sua alta capacidade de aderência e à sua baixa permeabilidade a humidade e gases, é normalmente utilizado na produção de vidros duplos; é constituído por polímeros, agentes de cura, estabilizantes e promotores de aderência [34], tendo alongamentos até 25%, cura rápida em compostos bi-componentes e uma boa aderência, apresentando no entanto uma fraca resistência aos raios UV;

- poliuretano: não sendo recomendado para exposições solares intensas, possui grande resistência ao atrito, ao envelhecimento, pode ser pintado e tem alongamentos de cerca de 25%; existe em bi-componentes e monocomponentes e é constituído por um polímero, normalmente um poliéster, que reage com um diisocianato, carbonato de cálcio e catalisadores.

2.7.5 Borrachas e fitas vedantes

É nas borrachas e fitas vedantes que normalmente consiste o isolamento e a estanqueidade entre o aro e a folha móvel das caixilharias. Torna-se necessário um breve estudo dos tipos, composição e caraterísticas dos diferentes materiais de borrachas e tipos de fitas existentes na generalidade das caixilharias.

2.7.5.1 Borrachas vedantes

As borrachas vedantes devem ter caraterísticas de resistência mecânica (deformação permanente), resistência química (a detergentes, ozono, UV entre outros) e estabilidade dimensional (para temperaturas de -20 e 170^{o}C) compatíveis com a sua função [34]. A sua qualidade será assim determinada pelo material de que são compostas (PVC, EPDM, borrachas termoplásticas ou naturais, silicones, SBR, entre outros) e pela sua adequação dimensional ao projeto da janela e materiais de caixilharia.

Pode ver-se no anexo K as caraterísticas mais relevantes dos principais materiais utilizados na produção de borrachas vedantes, em 5 graus de avaliação comparativa, e na Figura 2.25 um exemplo dos diversos tipos.

2.7.5.2 Fitas vedantes

Essencialmente utilizadas em janelas de correr, as fitas vedantes são constituídas por fibras de polipropileno. Estas fibras têm no entanto uma base rígida, normalmente com uma superfície aderente através de colagem na parte posterior. São assim fixadas à superfície pretendida, e garantem o isolamento possível através da criação de uma barreira com as fibras na superfície anterior. A fita deve assim ser sempre montada tendo em atenção as recomendações do fabricante.

Estas fibras podem ser melhoradas com silicone, permitindo aumentar as suas capacidades de isolamento à água e facilitando o deslizamento da folha. Produtos como o cloro, aguarrás, ácidos, e óleo combustível atacam a fita, alterando as suas caraterísticas. Estas fitas podem ser observadas na Figura 2.25.

Podem ver-se ainda as formas mais comuns de utilização dos sistemas de vedação no anexo K.

(a) (b) (c)

Figura 2.25: Vários tipos de acesórios de vedação.
2.25a) aplicação de betume acrílico; 2.25b) borrachas vedantes;
2.25c) fitas vedantes para aplicação;

2.7.6 Síntese do capítulo

Percebe-se por este capítulo a dificuldade em resumir e elencar a grande diversidade de materiais e componentes de um sistema completo de caixilharia. Os materiais mais comuns em Portugal são hoje o alumínio, a madeira, o ferro / aço e ainda o PVC. Foram também analisados os principais componentes dos sistemas de caixilharia (ferragens, calços, juntas e vedações, mastiques, borrachas vedantes). Não foram estudados os diversos tipos de envidraçados bem como os diversos tipos de sistemas de sombreamento por se considerar que se encontram fora do âmbito desta dissertação. No entanto, são mencionados como auxiliares de reabilitação em âmbitos diversos, pelo que o estudo destes componentes deve também ser feito, já que o comportamento geral do vão é altamente afetado pelos mesmos.

Capítulo 3

Patologia

3.1 Introdução

Devido à ausência de formação no sector da construção e das deficientes práticas adoptadas, verifica-se que grande parte do património edificado está hoje em dia afetado por diversas anomalias, quer da envolvente exterior [53], quer no interior. Pode dizer-se, a título exemplificativo, que 40 a 50% das anomalias são originadas por deficiências no projeto e 25 a 35 % das anomalias devem-se a erros de execução [54].

Assim, a identificação e a análise das principais anomalias que afectam a envolvente dos edifícios é imprescindível [55]. Tendo em conta o papel de transição desempenhado pela patologia em relação à reabilitação, as anomalias registadas podem ser determinantes no ambiente e conforto interior, pelo que uma correta identificação do tipo de anomalia e da(s) causa(s) respetiva(s) é fulcral para uma eficaz operação reabilitativa do elemento.

São assim apresentados neste capítulo um sistema classificativo [5], as denominações atribuídas às anomalias estudadas [5] e uma breve descrição de cada tipo de anomalia apresentada.

3.2 Classificação das anomalias

As anomalias registadas em caixilharia, são consideradas anomalias não-estruturais e podem ser decorrentes diretamente de anomalias estruturais, agressões do meio externo, desgaste proveniente da utilização, entre outras. Embora estas anomalias possam ser de vários tipos, com vários graus de afetação e tomando várias formas, associadas da grande variedade de sistemas de caixilharia disponíveis, estas foram divididas em oito grupos de acordo com a sua tipologia e aspeto visual.

No primeiro grupo, inserem-se as condensações, no segundo as anomalias relacionadas com descolamentos e desprendimentos, o terceiro integra as deformações excessivas dos materiais, o quarto relaciona-se com as folgas e frestas e o quinto contempla as danificações em materiais acessórios. Seguem-se ainda o grupo das anomalias relacionadas com acumulação de detritos e vegetação parasitária, o grupo das degradações dos materiais e, por último, no oitavo grupo, as anomalias relacionadas com infiltrações no paramento [5]. Pode observar-se um resumo dos diferentes grupos e da denominação das diversas anomalias na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Resumo de grupos e denominação das diferentes anomalias [5].

A.C: Condensações	
A.C1	Condensações no exterior do envidraçado
A.C2	Condensações no interior do envidraçado
A.D: Descolamentos / Desprendimentos	
A.D1	Descolamentos / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massa de vidraceiro
A.D2	Desprendimento / ausência de peças (pingadeiras / caixilhos / bites)
A.O: Deformações excessivas	
A.O1	Deformações (distorções / retrações / empenos / dilatações / mossas)
A.F: Folgas / frestas	
A.F1	Folga entre aro e folha ou entre aro e vão (excessiva ou insuficiente)
A.F2	Juntas abertas (frestas)
A.F3	Desnivelamento de folhas
A.Q: Elementos danificados / quebrados	
A.Q1	Vidros quebrados
A.Q2	Dobradiças danificadas ou ausentes
A.Q3	Mecanismos de fecho danificados ou ausentes
A.M: Acumulação de detritos / vegetação	
A.M1	Acumulação de detritos / sujidades / colonização biológica
A.E: Degradação	
A.E1	Degradação de revestimentos
A.E2	Degradação dos materiais dos caixilhos
A.I: Infiltrações	
A.I1	Infiltrações

3.3 Caraterização das anomalias

Interessa explicitar os diversos tipos de anomalias a registar e solucionar, bem como as causas mais prováveis para cada um deles, de modo a mais facilmente se proceder a uma análise de cada situação. Contudo, as causas descritas neste capítulo podem ser atribuídas à maioria dos casos, ou aos mais comuns, havendo contudo a necessidade de evitar a tendência para a generalização de uma causa para diferentes anomalias, geralmente abusiva.

3.3.1 Condensações

As condensações são uma das mais "modernas"causas de degradação dos edifícios e em particular das caixilharias [56]. Devido ao facto de a caixilharia ser um elemento de fronteira entre o ambiente interior e exterior, e também devido ao mau comportamento térmico registado por alguns sistemas de caixilharias existentes, é comum a superfície dos envidraçados ou até mesmo dos perfis ser uma zona de condensações frequentes. As condensações são, em 2% dos casos responsáveis pelas anomalias registadas nas caixilharias [57]. Para se verificar a condensação do vapor de água nestas superfícies, basta assim que a temperatura seja igual ou inferior ao ponto de orvalho correspondente à concentração do vapor de água no ar.

As condensações podem ser de três tipos nos casos dos vidros duplos: condensações na superfície externa do envidraçado, na superfície interna, e nas superfícies interiores, dentro da caixa de ar. No entanto, em casos de vidro simples apenas se verificam as duas primeiras.

Nos primeiros casos, a causa provável será uma má ventilação do espaço, um mau comportamento térmico do sistema de caixilharia ou objetos e electrodomésticos na proximidade do envidraçado, enquanto que no terceiro caso será devido à danificação da junta selante periférica do envidraçado duplo, ou triplo.

Podem ser observados exemplos de condensações na Figura 3.1.

(a) (b)

Figura 3.1: Vários tipos de condensações:
3.1a) condensação nos perfis; 3.1b) condensação no interior de envidraçado duplo.

3.3.2 Descolamentos

Consideram-se descolamentos todas as anomalias que envolvam o desprendimento ou a ausência de elementos da sua posição inicial. De uma maneira frequente, isto acontece com cordões de mastique, borrachas de estanqueidade, fitas vedantes e peças do sistema de caixilharia. Entre as peças que mais apresentam sinais de desprendimento do seu arranjo original estão os bites (peças por natureza desmontáveis), as pingadeiras, os parafusos de fixação, entre outros [58]. Representam, em conjunto com o revestimento e os danos causados pela água, as principais razões para o mau funcionamento das janelas comuns [59].

No caso dos mastiques e cordões de estanqueidade, as causas mais comuns para o descolamento são as dilatações térmicas a que estão sujeitas as juntas, a sua má aplicação ou a alteração das suas caraterísticas devido aos efeitos dos agentes agressivos, principalmente da radiação UV. Quanto ao desprendimento ou ausência de peças do sistema de caixilharia, as causas mais comuns são utilizações indevidas, degradação dos materiais por corrosão ou por exposição a agentes agressivos ou a utilização de materiais de deficiente qualidade.

São exemplos os casos apresentados na Figura 3.2.

(a) (b) (c)

Figura 3.2: Vários tipos de descolamentos:
3.2a) borracha vedante; 3.2b) goteira; 3.2c) parafuso de fixação.

3.3.3 Deformações excessivas

A caixilharia exterior dos edifícios, está sujeita a variações de humidade e de temperatura, bem como à acção da radiação UV e a solicitações por parte dos utilizadores que podem ao longo do tempo causar

dilatações e deformações nos elementos que compõem a caixilharia. Fruto de danos na estrutura, ou da não conformidade com os comprimentos de junta recomendados, as deformações estruturais nos edifícios podem também ser causa de deformações na caixilharia, que podem causar até o mau funcionamento dos elementos móveis [60].

Anteriormente à reabilitação deste tipo de anomalias, deve existir uma análise cuidada das suas causas, pois uma má avaliação pode levar a elevados custos de reparação, ou à danificação de várias caixilharias.

Pode-se observar na Figura 3.3 alguns exemplos de caixilharias com este tipo de anomalias.

(a) (b)

Figura 3.3: Deformações:
3.3a) de calhas de janela de correr; 3.3b) de juntas entre caixilhos.

3.3.4 Folgas / frestas

Em virtude da função de transição entre materiais assumida pela caixilharia, existe a necessidade de espaços de tolerância ou juntas de compatibilização. Dependendo do tipo de caixilharia analisada, as juntas podem ser de quatro tipos: juntas aro / vão; juntas entre folhas móveis; juntas entre folhas móveis e aro; juntas entre elementos da caixilharia.

Estas juntas, embora possam contribuir para uma ventilação natural dos espaços, podem também permitir a entrada de ar e água de uma maneira descontrolada no caso de não estarem corretamente executadas ou seladas, bem como piorar de uma maneira significativa o comportamento térmico e acústico de todo o sistema de caixilharia [61]. Convém assim zelar para que se mantenham as distâncias e os preenchimentos e vedações prescritos pelo fabricante que, caso não sejam cumpridos, podem causar sensações de desconforto fruto de correntes de ar, degradação prematura do material e aumento dos custos de aquecimento e arrefecimento dos espaços.

Na Figura 3.4, pode-se observar alguns exemplos de anomalias em juntas entre elementos.

3.3.5 Elementos partidos / danificados

Existem elementos nos sistemas de caixilharia que, resultado da sua maior fragilidade ou da utilização a que estão sujeitos, apresentam uma tendência para atingir a rotura. Existem ainda todos aqueles elementos que, embora não sejam naturalmente frágeis, nem sendo peças de desgaste, se partem ou danificam fruto de incidentes ou agressões pontuais ou contínuas, não planeadas.

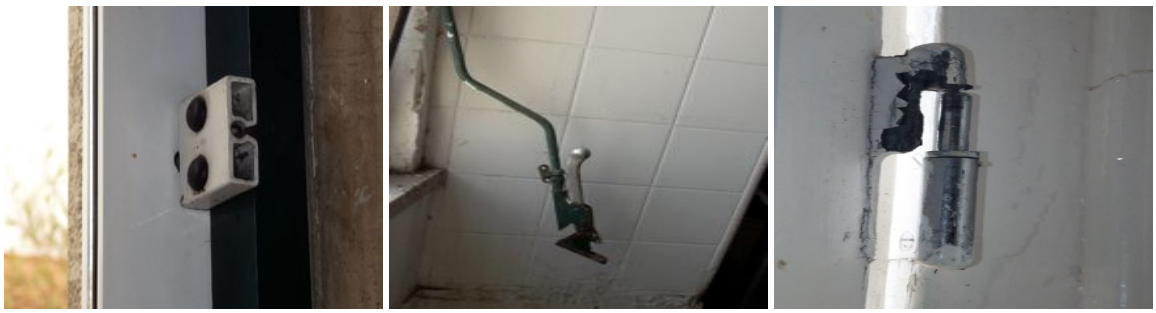
Assim, no âmbito dessas danificações surge esta anomalia. Os elementos mais propensos a este tipo de danos são os vidros e os elementos de ferragens acessórias. Dentro das ferragens, é ao nível das dobradiças e dos sistemas de abertura / fecho que é causado o maior número de danos.

(a) (b) (c)

Figura 3.4: Exemplos de folgas e frestas a reparar:
3.4a) junta aro - vão; 3.4b) orifício não vedado; 3.4c) junta vidro - caixilho inexistente.

Embora na grande maioria das situações a causa dos danos possa ser acidental, interessa realizar uma análise cuidada às causas dos danos, pois muitas vezes podem resultar inclusivamente da fragilidade dos diversos sistemas, e não de ações de vandalismo como à partida possa parecer. Um exemplo desta situação são os dispositivos de abertura / fecho de controlo remoto, que são uma grande fonte de elementos partidos e danificados fruto da fragilidade da maioria dos sistemas.

As operações de reabilitação devem assim estar de acordo com a natureza do elemento a substituir e as ações sobre ele, podendo a opção recair sobre elementos mais resistentes no caso das ferragens, ou de melhor desempenho, no caso dos envidraçados. Alguns exemplos de materiais danificados podem ser encontrados na Figura 3.5.



(a) (b) (c)

Figura 3.5: Vários tipos de elementos danificados:
3.5a) sistema de fecho; 3.5b) controlo de fecho remoto; 3.5c) parafuso de fixação.

3.3.6 Acumulação de detritos / vegetação

O aparecimento de fungos ou de vegetação parasitária em elementos pertencentes ao sistema de caixilharia, em cordões de estanqueidade ou até no vão circundante à caixilharia, está muitas vezes relacionado com a estagnação de água e a acumulação de detritos. A estagnação de água pode ser resultado de uma má concepção da caixilharia, mau funcionamento dos rasgos drenantes, infiltrações indesejadas e inclusivamente da própria acumulação de detritos. Esta estagnação permite assim a permanência de uma zona húmida, propícia ao desenvolvimento de fungos e vegetação.

Quanto à acumulação de detritos, esta deve ser evitada através de um plano periódico de limpezas e restantes manutenções, de acordo com o material de que é constituída a caixilharia e a zona onde se

encontra instalada ([62]). Este plano de limpezas e manutenção pode estender largamente o período de vida útil da caixilharia.

Pode-se ver na Figura 3.6 alguns exemplos de acumulação de detritos e vegetações parasitárias.

(a) (b) (c)

Figura 3.6: Exemplos de acumulações de detritos e vegetação:
3.6a) crescimento de vegetação parasitária exterior em juntas mal executadas;
3.6b) acumulação de detritos em calhas; 3.2c) fungos interiores fruto de condensações.

3.3.7 Degradação

Quando os elementos sofrem uma alteração visível e substancial em relação ao seu estado inicial, existe uma degradação interna ou externa do material de que são compostos. O estado de degradação depende assim de diferentes fatores, de acordo com o material e o tipo de agentes agressores a que está aposto, bem como da duração da exposição.

Existem assim três grupos principais de fatores agressores: os físico-químicos (contaminantes atmosféricos, água, químicos, temperatura, radiação solar, entre outros), os de localização (geográficos, de orientação e ambientais) e os fatores biológicos (microorganismos, fauna e flora). De entre estes, para a generalidade dos elementos do edifício, distinguem-se a água, o gelo e sais, variações de temperatura, a poluição atmosférica e a biodeterioração [63]. Estes fatores têm contudo uma actuação diferente, consoante o material analisado e o grau de degradação pode ser relacionado com o tempo de actuação de cada um dos agentes [64].

Tem-se ainda dois tipos de degradações distintas, sendo eles a degradação dos diversos tipos de revestimentos dos elementos e a degradação dos materiais que os constituem. Embora a degradação dos revestimentos seja muitas vezes mais facilmente reparável, existem casos onde uma longa negligência da conservação dos mesmos leva à total substituição da caixilharia, devido ao avançado estado de degradação dos materiais que protege.

Deve assim existir uma manutenção periódica do estado dos revestimentos, de modo a permitir evitar a degradação prematura dos materiais de caixilharia que protegem. Pode-se observar na Figura 3.7 os estados avançados de degradação de revestimentos e materiais que caracterizam esta anomalia.

3.3.8 Infiltrações

As infiltrações surgem normalmente em resultado de ventos fortes, que impulsionam as partículas de chuva contra a caixilharia, e causam a sua penetração em frinchas e orifícios não protegidos. As infiltrações são assim resultado de um deficiente sistema de caixilharia, de uma má execução da sua aplicação ou de

(a) (b) (c)

Figura 3.7: Vários tipos de degradações:
3.7a) material dos caixilhos; 3.7b) revestimento termolacado; 3.7c) parafuso de fixação.

outras anomalias que permitam a entrada de água para locais que supostamente não seriam atingidos, o que acontece em 62% das anomalias registadas [57].

As infiltrações podem assim ser resultado de acumulações de detritos em rasgos drenantes, mau estado ou desprendimento das juntas de estanqueidade, má execução ou inexistência de rasgos drenantes, vidros partidos ou de outras anomalias descritas neste capítulo. É assim bastante difícil um correto diagnóstico das causas de uma infiltração, pois apenas sujeitando o sistema de caixilharia a testes específicos *in situ* se pode ter certezas sobre quais as causas de determinada infiltração. Em casos onde a mesma tipologia de caixilharia foi instalada em várias fachadas, ou em vários edifícios, e onde as infiltrações são um problema recorrente, pode justificar-se a análise em laboratório, de modo a conseguir um diagnóstico exato das causas e uma técnica de reabilitação eficaz.

São ainda causa de várias anomalias, tais como a degradação dos materiais que supostamente não deveriam estar em contato com água, o aparecimento de fungos e vegetação parasitária, a degradação de revestimentos, a danificação de ferragens, entre outras.

Na Figura 3.8, pode-se ver vestígios e resultados da presença de infiltrações em diversas caixilharias.

(a) (b)

Figura 3.8: Sinais e consequências da existência de infiltrações:
3.8a) vegetação parasitária no peitoril; 3.8b) infiltrações nos paramentos e na alvenaria.

3.4 Síntese do capítulo

Pode concluir-se que a grande maioria das anomalias registadas neste capítulo podem ser detetadas a olho nu e que o conhecimento dos mecanismos de formação / evolução das anomalias é fundamental

[65]. Algumas delas podem ainda ser facilmente reparadas, como na substituição de alguns elementos degradados ou na reparação de alguns tipos de revestimentos, o que faz com que possam ser evitados estágios avançados de degradação por operações de manutenção regulares.

Neste sentido, a experiência demonstra que as anomalias detectadas podem ser corrigidas antes de comprometer irreversivelmente o funcionamento das caixilharias [29]. Este aspecto vai ser analisado em pormenor no capítulo 4.

Capítulo 4

Reabilitação

4.1 Considerações iniciais

Neste capitulo, é abordado o conjunto de intervenções e técnicas que visa a reabilitação de um sistema de caixilharias. A reabilitação deve entender-se como sendo toda a série de procedimentos que visam a recuperação de um determinado elemento construtivo tornando-o apto a desempenhar as funções para o qual foi executado [66]. A reabilitação está, assim, ligada à correção das anomalias e alienação das suas causas [67].

Podem também ser utilizadas algumas destas técnicas para melhoria do comportamento do sistema, não sendo esse no entanto o foco deste trabalho. A cada técnica de reabilitação é anexada uma ficha de reabilitação que resume o procedimento em questão e fornece uma estimativa dos recursos a empregar.

O âmbito de aplicação deste trabalho são as caixilharias de janelas mais comuns, não estando incluídas as caixilharias de fachada, nem materiais pouco usuais. Da mesma forma, os edifícios referenciados como património, cujo elevado interesse e proteção pública obrigam a que qualquer acção sobre os mesmos careça de um estudo específico, com a imprescindível aprovação por parte das autoridades competentes (IGESPAR, câmaras municipais, entre outras), também não se incluem no âmbito de aplicação destas técnicas.

As técnicas de reparação descritas neste capitulo só devem ser aplicadas após se terem determinado as causas das anomalias em análise ou corre-se o risco de a anomalia reaparecer a curto prazo (repatologia). A reparação das caixilharias deve também ser feita tendo como base uma análise cuidada do custo / beneficio, visto que muitas delas estarão já no final do seu ciclo de vida, sendo este o período de tempo desde a colocação em serviço até ao instante em que não se cumprem os limites mínimos de qualidade exigíveis. Anteriormente, deve-se prever a realização de inspeções, sistemáticas e objectivas. Estas permitirão uma análise do quadro patológico geral, nível de degradação e a determinação das causas das anomalias que sustentarão uma tomada de decisão fundamentada [68] [69] da extensão e tipo de reabilitação a adoptar.

Hoje em dia, com o aumento das preocupações energéticas, é também importante analisar a possibilidade de reabilitação térmica dos sistemas de caixilharia. Neste sentido, fruto de estudos do LNEC [70], considera-se que existe potencial da melhoria do desempenho térmico da caixilharia nas seguintes situações [70]:

- permeabilidade ao ar excessiva:

  -caixilho sem perfis de vedação ou com perfis degradados que não colmatam as folgas das juntas;

  -caixilho com fendas não vedadas nas juntas entre perfis;

  -caixilho com folgas significativas na junta móvel;

-caixilho com folgas no sistema de fecho;

-caixilho com perfis de fraca resistência mecânica;

-caixilho com perfis empenados;

-fendas ou juntas abertas no enquadramento do vão e caixa de estore;

- isolamento térmico insuficiente:

  -caixilhos com vidro simples;

  -elementos de enquadramento do vão contínuos entre exterior e interior de "elevada"condutibilidade térmica e ausência de continuidade do isolamento energético das paredes até junto do caixilho;

  -permeabilidade ao ar elevada em dispositivos de oclusão dos vãos em edifícios com ocupação nocturna importante;

- controlo de exposição solar insuficiente / inadequado:

  -envidraçados de baixa transmitância luminosa, nos quais o produto da transmitância luminosa pela área envidraçada, dividido pela área de fachada seja inferior a 0,3;

  -envidraçados de controlo solar (baixa transmitância visivel), aplicados em vãos expostos ao quadrante Norte;

  -envidraçados expostos ao quadrante Sul com área inferior a 20% da área de pavimento;

- ventilação por abertura das folhas móveis:

  - vãos envidraçados nos quais a área de abertura dos caixilhos seja inferior a 5% da área dos pavimentos.

Esta listagem não tenta expressar a totalidade das conclusões apresentadas em [70], mas apenas as mais relevantes para este trabalho. Pode-se assim concluir que existe espaço para a reabilitação energética, pois muitas das anomalias apresentadas são comuns nas caixilharias existentes em edifícios antigos.

Assim sendo, a reabilitação térmica da caixilharia pode consistir numa primeira fase, e sem custos importantes, na redução da permeabilidade ao ar através da aplicação de algumas técnicas de reabilitação descritas neste capítulo. As operações de reabilitação mais comuns neste sentido são (adaptado de [70]):

-a afinação ou substituição das ferragens da caixilharia;

-reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes;

-reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes;

-substituição de perfis que se encontrem deteriorados.

Para uma eficaz mas mais dispendiosa operação de reabilitação, pode-se adoptar uma segunda caixilharia interior, bem como outras técnicas que não se encontram no âmbito deste trabalho.

4.2 Classificação das técnicas de reparação e manutenção

A reabilitação de caixilharias deve consistir numa primeira fase na eliminação das causas e numa segunda fase na supressão das anomalias. Contudo, de uma forma geral, é difícil concretizar estas duas ações, sendo necessário recorrer, em alternativa ou complemento, a outras estratégias, como sejam, por exemplo, a proteção contra agentes agressivos, o reforço das características funcionais ou a ocultação de anomalias [71] [68]. Tipicamente, uma correta estratégia de reabilitação deve consistir nos seguintes grupos [72]:

1. Eliminação das anomalias;

2. Substituição e reparação dos elementos afetados;
3. Ocultação das anomalias;
4. Proteção contra os agentes agressivos;
5. Eliminação das causas das anomalias;
6. Reforço das características funcionais.

À semelhança do que vem acontecendo noutros trabalhos, as técnicas de reparação são definidas segundo as anomalias e não as causas. Tal não significa que não tenha sido tido em conta que a estratégia de intervenção deve envolver a eliminação da(s) causa(s), mas sim que é a correção das anomalias que preocupa primeiramente a entidade gestora [73].

Neste trabalho, são sugeridas as técnicas de reabilitação de caixilharias constantes da Tabela 4.1, como sendo as mais eficazes e úteis no panorama nacional de reabilitação de caixilharia.

Tabela 4.1: Sistema classificativo de técnicas de reabilitação de caixilharias.

R.A: Reabilitação de acessórios	
R.A1	Reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes
R.A2	Reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes
R.A3	Substituição de elementos degradados, ou em falta
R.F: Reabilitação de ferragens	
R.F1	Afinação ou substituição de dobradiças
R.F2	Afinação ou substituição do mecanismo de abertura / fecho
R.F3	Instalação de ferragens complementares (dobradiças / pontos de fecho / ligações aro-vão)
R.P: Reabilitação de perfis	
R.P1	Limpeza geral da caixilharia
R.P2	Reparação de revestimentos (anodização/ termolacagem)
R.P3	Reparação de zonas degradadas (próteses / reforço de encaixes / remoção da corrosão)
R.P4	Aplicação de revestimentos protetores (tintas / vernizes / hidrofugantes / antifúngicos)
R.P5	Repintura da superfície
R.P6	Reparação de deformações (distorções / retrações / empenos / dilatações)
R.P7	Limpeza, reparação ou execução de rasgos drenantes
R.P8	Substituição de caixilhos ou bites
R.P9	Aplicação de perfis de reforço
R.P10	Aplicação de hidrofugantes e antifúngicos
R.P11	Aplicação de betumes em fendas
R.V: Reabilitação de vidros	
R.V1	Substituição do envidraçado (por dano ou melhor desempenho)
R.V2	Reparação do envidraçado
R.V3	Instalação de sistemas de ventilação

Tendo em conta os trabalhos no âmbito da reabilitação anteriormente desenvolvidos, irá adoptar-se a mesma tipologia de classificação para as técnicas de reabilitação. Existem assim três denominações possíveis: técnicas de reparação curativas (rc), técnicas de reparação preventivas (rp) e trabalhos de manutenção (m). São caraterizadas pelos seguintes aspectos:

- técnicas de reparação curativas (rc) : após os sistemas ou componentes atingirem a rotura, surge a necessidade de uma intervenção reativa (*reactive maintenance*), utilizando técnicas de reparação curativas (rc); estas ações pretendem assim eliminar, ocultar ou reparar as anomalias [65]; a sua necessidade surge normalmente da falta de acções de manutenção atempadas ou como consequência de anomalias imprevistas [74] [67] [65];

- técnicas de reparação preventivas (rp): este tipo de técnicas enquadra-se na manutenção preventiva (*preventive maintenance*), baseando-se em acções periódicas de manutenção que foram planeadas, tendo em vista o bom desempenho do sistema ou componente [75]; este tipo de acções tem como objectivo o controlo dos processos de degradação e a redução dos custos, podendo ser englobadas na manutenção pró-ativa [76]; as técnicas de reparação preventiva, não atuando directamente sobre a anomalia, são essenciais ao processo de manutenção, uma vez que vão eliminar a sua causa, evitando que a anomalia reparada volte a manifestar-se [67];

- trabalhos de manutenção (m): os trabalhos de manutenção (m) têm por base a realização periódica de inspeções para avaliação do estado de degradação e desempenho dos componentes ou sistemas e detecção e monitorização de anomalias [74].

Assim, com o intuito de restabelecer todas as propriedades funcionais da caixilharia, apresenta-se neste capítulo a listagem das técnicas de reabilitação e manutenção (conjunto de acções técnicas e administrativas, inecessárias à reposição de um determinado elemento construtivo nas condições requeridas para o seu adequado funcionamento (British Standards Institution, na norma BS 3811, de 1993)), e que integram o sistema classificativo proposto na Tabela 4.1, com a respetiva tipologia explicitada anteriormente.

Tabela 4.2: Tipificação das técnicas de reabilitação de caixilharias.

Reparação curativa (RC)	R.A1; R.A2; R.A3; R.F1; R.F2; R.P1; R.P2; R.P3; R.P4; R.P5; R.P6;R.P7; R.P8; R.P9; RP.10; R.P11; R.V1; R.V2; R.V3
Reparação preventiva (RP)	R.A1; R.A2; R.A3; R.F1; R.F2; R.F3; R.P4; R.P7; R.V1
Manutenção (M)	R.P1; R.P4; R.P10;

Interessa também a separação das técnicas, de acordo com o material da caixilharia, sendo que nem todas serão adequadas a todos os materiais, ou a todas as tipologias de caixilharia. Isso é explicitado na Tabela 4.3.

4.3 Caraterização das técnicas de reparação e manutenção.

Seguem-se agora as descrições pormenorizadas das técnicas referidas anteriormente, de acordo com o explicitado nas Tabelas 4.2 e 4.3.

4.3.1 R.A1 Reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes

Em casos onde a idade da caixilharia ou a exposição prolongada à radiação UV provocaram o ressequimento ou a retração das borrachas vedantes, é necessária a sua substituição. Isto acontece porque a sua retração deixa espaços vazios ou cantos sem vedação, facilitando a infiltração de água e ar.

Nos casos de má execução onde a colocação das borrachas certificadas foi negligenciada, e colocado silicone ao invés, é necessária a remoção do fio de silicone. Para isto, deve ser feita uma cuidada limpeza das superfícies para evitar incompatibilidades químicas, antes da introdução das borrachas vedantes.

Tabela 4.3: Classificação das técnicas de reabilitação em função dos diferentes materiais e tipologias.

Caixilharias							
	Material					Tipologia	
Técnica de Reabilitação	Alumínio	PVC	Ferro / Aço	Madeira	Mistas	Fixa	Móvel
R.A1	x	x	x	x	x	-	x
R.A2	x	x	x	x	x	x	x
R.A3	x	x	x	x	x	x	x
R.F1	x	x	x	x	x	-	x
R.F2	x	x	x	x	x	-	x
R.F3	x	x	x	x	x	x	x
R.P1	x	x	x	x	x	x	x
R.P2	x	-	x	x	x	x	x
R.P3	x	-	x	-	x	x	x
R.P4	-	-	x	x	x	x	x
R.P5	x	-	x	x	x	x	x
R.P6	x	x	x	x	x	x	x
R.P7	x	x	x	x	x	x	x
R.P8	x	x	x	x	x	x	x
R.P9	-	x	x	x	x	-	x
R.P10	-	x	x	x	x	x	x
R.P11	-	-	-	x	x	x	x
R.V1	x	x	x	x	x	x	x
R.V2	x	x	x	x	x	x	x
R.V3	x	x	x	x	x	x	x

Por vezes, encontrar o tipo de borracha certa pode não ser fácil, existindo diversas tipologias diferentes. Contudo, existem grupos de tipologias, de acordo com a sua função, pelo que mesmo que não se encontre o modelo perfeitamente igual, pode ser encontrado um que seja equivalente e se adapte à função desejada. As tipologias de borrachas vedantes em caixilharia podem assim ser agrupadas em 5 grupos principais [77] e num sexto de borrachas co-extrudidas no perfil.

Os grupos serão os explicitados na Figura 4.1.

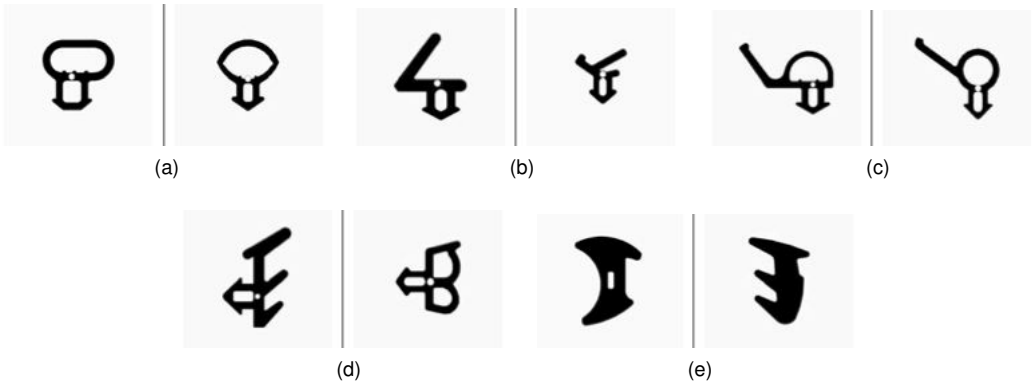


Figura 4.1: Vários tipos de vedantes [77].
4.1a) vedantes do tipo "bolha"; 4.1b) vedantes do tipo "asa"; 4.1c) vedantes mistos "bolha-asa".
4.1d) vedantes em "E"; 4.1e) vedantes em "cunha".

A remoção de borrachas vedantes em perfis co-extrudidos não deve ser feita. Neste caso, é aconselhável a consulta de um profissional e possivelmente a substituição do sistema de caixilharia.

A remoção e substituição de borrachas vedantes será feita de acordo com a sua tipologia e função na caixilharia. Começando então pelas borrachas de “bolha”, “asa”, ou “bolha-asa”, utilizadas principalmente

na vedação entre folha-aro, a remoção deve consistir em puxar por uma ponta até retirar a totalidade da borracha, e introduzir a nova.

Para uma melhor compreensão da localização deste tipo de vedantes e do processo de remoção, observe-se a Figura 4.2.

Figura 4.2: Localização dos vedantes:
4.2a) secção do perfil mostrando a localização dos vedantes na junta entre folhas móveis e aro [77];
4.2b) secção da junta entre folhas móveis; 4.2c) secção da união do vidro ao caixilho.

Já para os formatos em cunha, normalmente utilizados para vedar a junta entre o vidro e o caixilho exterior (Figura 4.2(c)), é necessário ter algumas precauções. Deve-se alavancar uma ponta do vedante existente, tendo o cuidado de não danificar a caixilharia. Após se expor a ponta de um dos lados, estes devem ser removidos um de cada vez, permitindo ao vidro continuar em tensão do lado oposto.

Após a remoção da totalidade dos vedantes existentes, devem ser cortados os vedantes de substituição com um comprimento superior em 5 % ao necessário, permitindo assim que exista uma retração nas borrachas. Ao colocar as novas borrachas, estas não devem ser esticadas, pois posteriormente iriam regressar ao tamanho normal e deixar espaços abertos [77].

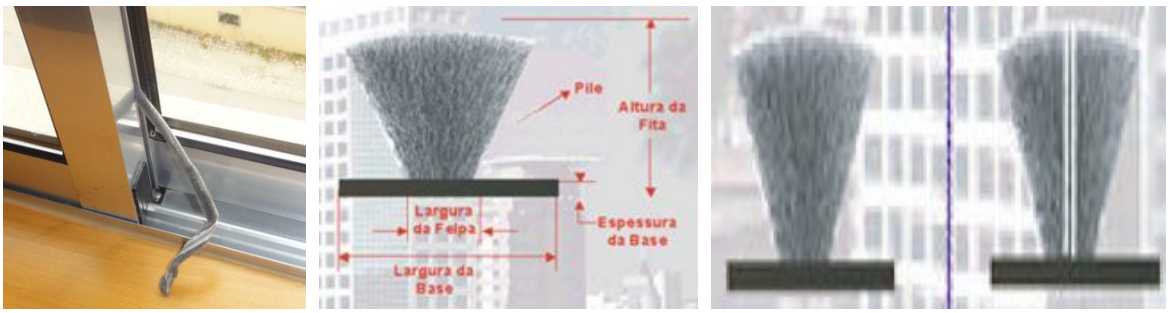
Para juntas em “E”, a remoção torna-se um processo mais complicado, visto que muitas vezes é necessária a remoção do vidro, pois este tipo de juntas está normalmente introduzido no caixilho (Figura 4.2(c)). No caso de a vedação do lado oposto do vidro ser feita por juntas em cunha, será mais fácil retirar as juntas em cunha e, posteriormente aproveitando o espaço livre, remover as juntas em “E”. Para remover estas juntas, deve ser introduzida uma lâmina grossa entre o bite e a parte exterior da junta no seu maior comprimento e forçada a saída da mesma de dentro do bite com uma ligeira alavancagem. Devem assim primeiro ser retiradas as juntas de maior comprimento e depois as de menor.

Para a introdução da nova junta, a ordem deve ser a inversa e pode ser utilizado um martelo de vidraceiro para auxílio da operação. De modo a facilitar a introdução das borrachas, pode-se utilizar um lubrificante de água e sabão neutro.

No caso das tipologias de correr, onde são utilizadas fitas de *nylon* isolantes, a substituição destas fitas deve ser efetuada sempre que se observe o seu desgaste, caso existam lacunas ou caso já não se verifique a sua existência.

Estas devem ser substituídas por fitas com as mesmas características, tanto de fixação como de altura e largura, de modo a preservar a capacidade de a caixilharia manter a baixa permeabilidade ao ar e à água da chuva.

Normalmente, a sua fixação é feita através de uma face com cola acrílica, pelo que a substituição se limita ao descolamento da fita existente e à colagem da nova fita (Figura 4.3).



(a) (b) (c)

Figura 4.3: Fita vedante de polipropileno:
4.3a) situação onde se justifica a substituição da fita vedante;
4.3b) dimensões caraterísticas das fitas vedadoras;
4.3c) diferentes tipos de fitas vedadoras (simples e com lâmina central de polipropileno).

4.3.2 R.A2 Reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes

Uma das anomalias mais comuns em caixilharia é o mau estado das cordões de mastique isolantes entre o vão e o aro da caixilharia ou entre o vidro e os caixilhos ou bites. Este mau estado pode ser causado pela folga insuficiente entre os dois elementos, que obriga à colocação dos cordões isolantes sob a forma de cordões de canto, o que reduz o seu apoio mecânico e condiciona a sua durabilidade, por ações de vandalismo, pela ação dos raios UV, pela falta de aderência do cordão às superfícies, pelo ataque de agentes químicos, perda de aderência, ou simplesmente porque foi esquecida a sua colocação.

Esta ausência pode causar infiltrações de água para o interior, o aumento da permeabilidade do ar, a vibração dos envidraçados, a acumulação de água sob a caixilharia e entre os caixilhos e o vidro, o que potencia a degradação da mesma, o aparecimento de fungos e vegetação e a diminuição do conforto no interior do edifício.

No caso das juntas entre o caixilho e o envidraçado, os materiais utilizados são normalmente a massa de vidraceiro, os silicones e outros betumes de utilização reduzida. A utilização da massa de vidraceiro foi bastante intensa nas caixilharias produzidas nas décadas anteriores a 1980, sendo que nesta altura o domínio dos sistemas de alumínio começou a impor a utilização de borrachas vedantes entre o envidraçado e o alumínio. A reabilitação dessas caixilharias anteriores a 1980 pode assim ser feita utilizando massa de vidraceiro, mantendo as suas caraterísticas originais, ou outros betumes mais duráveis e de melhores caraterísticas isolantes e de durabilidade como os silicones.

A substituição da massa de vidraceiro antiga por silicones modernos pode, em muitos casos, causar uma acentuada melhoria das caraterísticas de isolamento das caixilharias ao mesmo tempo que garante uma maior durabilidade, elasticidade e aderência do que a massa original. É assim recomendado que, em casos de caixilharias sem valor históricio de relevo, seja substituída a massa de vidraceiro original em mau estado (Figura 4.4) por silicones modernos de tonalidades semelhantes, ou pintados com tintas compatíveis. Assim, garante-se a manutenção da identidade do sistema de caixilharias, bem como a melhoria acentuada das suas qualidades e caraterísticas térmicas e de isolamento acústico.

Um dos materiais mais utilizados na calafetação aro - vão é a espuma de poliuretano, pelo seu bom desempenho, facilidade de aplicação e baixo custo. Porém, não deve ser colocada em excesso, de modo a evitar uniões rígidas [29].

Após a colocação da espuma de poliuretano, executa-se o remate final da junta através da aplicação de silicone neutro ou mastiques. As principais características destes materiais dizem respeito à grande

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.4: Utilização de mastiques na junta envidraçado / caixilho:
4.4a) degradação da massa de vidraceiro; 4.4b) aplicação de massa de vidraceiro na junta;
4.4c) aplicação de silicone mal executada; 4.4d) aplicação correta de silicone em junta envidraçado / caixilho;

elasticidade, absorvendo movimentos de juntas de 12% a 100%, com recuperação elástica quase total. Resistem bem ao envelhecimento e aos agentes climáticos e garantem aderência à maioria dos substratos. Não podem ser pintados e alguns tipos de reticulação podem produzir odores desagradáveis.

As operações básicas a realizar para a colocação destes materiais (silicones) são as seguintes:

- preparação da base: como primeira operação, deve assegurar-se que a base onde é aplicado o selante esteja devidamente limpa e seca, isenta de pó, gorduras e / ou qualquer outro tipo de produto que possa prejudicar a aderência e com uma temperatura entre 5 e 40 ^{o}C; para o efeito devem distinguir-se seis tipos de bases [34]:

  -vidro e superfícies vitrificadas: limpeza com solvente (toluol ou álcool), utilizando um pano macio, e posterior secagem com pano limpo;

  -superfícies de betão e pedra (bases porosas): limpeza com escova de aço de modo a eliminar irregularidades e depósitos de produtos químicos; secagem e eliminação de partículas com ar comprimido;

  -ligas metálicas: alumínio anodizado, limpeza com solvente (álcool); alumínio bruto, limpeza abrasiva com lã de aço; aço inox e galvanizado, limpeza com solvente (álcool);

  -polímeros plásticos: limpeza com solvente recomendado pelo fabricante (de um modo geral a aderência a plásticos é dificultada pela exudação permanente de plastificantes, que atuam como desmoldantes);

  -superfícies lacadas ou pintadas: limpeza com solvente (toluol ou álcool), previamente testado em zonas pouco expostas; caso a tinta provoque uma má adesão, é necessário removê-la; caso se opte pela não remoção da tinta é necessário garantir a adesão da tinta ao suporte;

  -madeira não tratada: polir e limpar a superfície [34].

- colocar fita adesiva nas extremidades superiores dos suportes, de modo a garantir um melhor acabamento;

- evitar a aderência do selante a mais de duas superfícies, empregando um fundo de junta adequado na composição (compatibilidade com o selante), posição (distância desde o bordo da junta) e forma (cilíndrica ou rectangular) [29]; garantir que os fundos de junta estão comprimidos até 20% [3];

- selagem com vedante (pistola manual ou pneumática); garantir que o bico de aplicação encosta no fundo da cavidade a ser preenchida, de modo a evitar espaços vazios [3];

- realizar possíveis retoques e alisamentos da junta, de modo a assegurar que todos os espaços ficam preenchidos; deve ser feito antes que o vedante comece a formar "pele"; retirar a fita adesiva [3];
- nota: seguir as recomendações do fabricante dos produtos utilizados, nomeadamente as que estiverem contidas nas fichas técnicas de produto [29], especialmente as relativas a tempos de cura, de modo a garantir uma correta configuração final e a evitar danos no cordão.

Os cinco tipos principais de calafetação, a ser executados como especificado, são os seguintes:

- tipo A (calafetação húmida com argamassa) - a calafetação é executada por enchimento com argamassa de ligantes hidráulicos;

- tipo B (calafetação húmida reforçada) - a calafetação húmida reforçada é semelhante à calafetação húmida com argamassa, reforçada com um cordão de estanqueidade em silicone;

- tipo C (junta extrudida) - este tipo de calafetação pressupõe a utilização obrigatória de uma base de junta; as juntas podem ser executas antes de colocar a janela apenas para apoio ou depois de colocada a janela sobre toda a periferia;

- tipo D (junta em espuma de poliuretano) - este tipo de calafetação deve ser comprimida, sendo aplicada antes da colocação do aro;

- tipo E (cordões de borracha) - existem algumas condições a cumprir para utilizar estes cordões; assim, o esmagamento mínimo do cordão deve ser pelo menos de 4 mm; o esforço de compressão do produto, uma vez concluída a colocação em obra da janela, deve ser inferior a 10 daN/m para evitar a dobragem excessiva com o tempo da peça de apoio, a espessura mínima do cordão depois do esmagamento deve ser de pelo menos 5 mm.

A ilustração dos diferentes tipos de calafetação contemplados nas normas francesas [78], é feita na Figura 4.5.

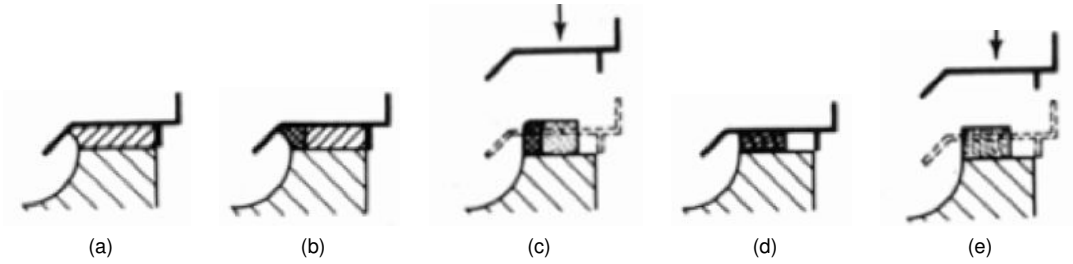


Figura 4.5: Vários tipos de calafetação [78]:
4.1a) calafetação tipo A; 4.1b) calafetação tipo B; 4.1c) calafetação tipo C;
4.1d) calafetação tipo D; 4.1e) calafetação tipo E.

A escolha do tipo de calafetação deve ser feita tendo por base a Tabela 4.4.

No caso da reabilitação, a reparação da calafetação pode passar apenas pela aplicação de um cordão de silicone de canto na junta, evitando assim retirar o aro. Embora não seja recomendado, pode ser a única hipótese de impedir as infiltrações de ar e água pelas juntas ar / vão em casos onde a calafetação original deixou de cumprir a sua função (Figura 4.6), pois retirar o vão iria encarecer demasiado o trabalho, podendo danificar o sistema de caixilharia ao ponto de não ser mais utilizável. No caso de se aplicar silicone, deve-se tentar ao máximo que este esteja em contacto com apenas duas superfícies, ou seja, o vão e o aro, ficando assim o menos exposto possível à acção da radiação UV.

Quanto à manutenção das juntas vedadas, é recomendada a realização de inspeções periódicas. As juntas têm o seu tempo de vida útil condicionado por diversos fatores, tais como a natureza do mastique

Tabela 4.4: Tabela auxiliar para escolha da calafetação em função da altura e do grau de agressão à caixilharia.

Altura	Fachadas abrigadas	Fachadas não abrigadas		
	Situações a, b, c e d	Situações a e b	Situação c	Situação d e em zona costeira
< 6 m	A, B, C	A, B, C	A, B, C	B, C
6 a 18 m	A, B, C	A, B, C	B, C	B, C
18 a 28 m	A, B, C	B, C	B, C	C
28 a 50 m		C	C	C
> 50 m		C	C	C
As situações a, b, c, e d são as definidas na DTU nº 36.1/37.1 "Choix des fenêtres en fonction de leur exposition" e que são: a- atmosferas exteriores directas; b- ambientes interiores; c- Atmosferas exteriores protegidas; d- atmosferas exteriores ventiladas.				

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.6: Utilização de mastiques na junta aro / vão:
4.6a) folga excessiva aro / vão, e ausência de mastiques de calafetação; 4.6b) falhas na juntas de calafetação;
4.25c) aplicação de silicone mal executada; 4.6d) aplicação correta de silicone em junta aro / vão.

utilizado, o grau de exposição a agentes agressivos como os raios UV e a movimentação relativa dos suportes [3]. Neste sentido, para cada caso, deve ser realizada uma análise custo / benefício, relacionando os materiais presentes no mercado com o caso a reparar e com uma correta aplicação.

Quando detetadas juntas trincadas, descoladas, fissuradas, quebradiças, sem aderência ou em processo de desagregação, estas devem ser refeitas de modo a garantir a estanqueidade do conjunto e a evitar danos maiores no sistema de caixilharia. Estes podem ser identificados através de bolores, ferrugem, bolhas no revestimento, desagregação das argamassas entre outros [3].

De um modo geral, as juntas podem sofrer dois tipos de rotura. Elas são a rotura adesiva (quando a junta perde aderência com o suporte por má limpeza, ou movimentos de juntas maiores que o previsto), onde deve ser utilizado um vedante com módulo mais baixo de deformação, e a rotura coesiva (quando o vedante está em contato com três faces, ou quando é sujeito a tensões antes da sua cura), sendo aconselhado neste caso uma fita anti-aderente no primeiro caso e o respeito do tempo de cura no segundo [3].

Para reparar juntas, existem situações onde a junta está bem dimensionada, sendo a anomalia da responsabilidade do vedante, e casos onde o desenho da junta não é o mais correto. No primeiro caso, recomenda-se a remoção dos mastiques antigos e a aplicação de novo mastique seguindo os passos especificados acima. No segundo caso, recomenda-se uma reavaliação da junta, a sua possível modificação, e a escolha acertada do material vedante a aplicar.

4.3.3 R.A3 Substituição de elementos degradados, ou em falta

Os sistemas de caixilharia são na maioria das vezes constituídos por diversos componentes, de diversos materiais. Disto resulta que muitos têm durabilidade e características de resistência à agressividade do ambiente diferentes.

Assim sendo muitos componentes do sistema da caixilharia podem sofrer processos de degradação de uma forma mais acelerada do que os restantes componentes, seja por processos de corrosão galvânica, ataque de fungos, acção dos raios UV, ação dos cloretos, defeitos na camada de proteção, entre outros (Figura 4.7).

Da mesma maneira, ao longo da vida útil da caixilharia e como consequência da sua utilização, pode haver elementos que estejam em falta e, sendo notada a sua ausência, devem ser repostos. Para isso devem ser encontrados elementos o mais parecidos possível com os originais, de modo a manter a identidade da caixilharia.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.7: Degradação de elementos dos sitemas de caixilharia:
4.7a) folga excessiva do aro / vão e ausência de mastiques de calafetação; 4.7b) falhas na juntas de calafetação;
4.7c) aplicação de silicone mal executada; 4.7d) aplicação correta de silicone em junta aro / vão.

4.3.4 R.F1 Afinação ou substituição de dobradiças

Muitas vezes, devido à acumulação de detritos, falta de lubrificação, ou desalinhamentos, as dobradiças não apresentam um correto funcionamento. Isto pode provocar ruídos incómodos, fendas na caixilharia, mau funcionamento do sistema de fecho, a entrada de água e o aumento da permeabilidade ao ar.

O estado de degradação das dobradiças e restantes ferragens pode levar à sua substituição por elementos novos, à substituição dos parafusos de ligação por parafusos em condição de novos ou até por parafusos mais compridos, que garantam uma melhor fixação. No entanto, pode ser suficiente uma afinação do sistema de dobradiças para o correto funcionamento das mesmas.

Esta afinação, embora não seja possível em muitos tipos de dobradiças, é muitas vezes descurada nos casos onde é possível, o que leva a problemas de mau funcionamento que muitas vezes persistem por largos períodos de tempo, podendo até levar o utilizador a forçar o sistema e a causar a rotura de peças. Nos casos onde não existem parafusos de acerto, a correção do mecanismos das dobradiças terá de ser feita por um ajuste das fixações das mesmas.

Tem-se assim como exemplo a afinação de um sistema oscilo-batente na Figura 4.8. Antes da afinação, deve-se olear os componentes, garantindo assim a lubrificação do sistema e o fácil ajustamento do mesmo.

No caso de a degradação do sistema de dobradiças estar já em estado avançado, é recomendada a

Figura 4.8: Metodologia para afinação de uma dobradiça oscilo-batente:
1. aplicação da chave de afinação no eixo vertical; 2. aplicação da chave de afinação no eixo horizontal;
3. aplicação da chave de afinação no eixo horizontal do compasso [29].

sua substituição. Pode-se comparar situações onde é possível a afinação e onde é recomendável a troca na Figura 4.9. Mais uma vez, os elementos de substituição devem ser, tanto quanto possível, similares aos substituídos, de modo a manter-se o mesmo modo de funcionamento e a identidade da caixilharia.

No entanto, quando a causa da degradação não é passível de ser resolvida e anulada, deve-se considerar a adopção de elementos mais resistentes ou melhor adaptados à agressão a que irão estar sujeitos. Um exemplo desta situação são as dobradiças metálicas em caixilharia de madeira junto à costa, que têm um processo de degradação mais acelerado do que as restantes peças.

(a) (b)

Figura 4.9: Dobradiças degradadas:
4.9a) dobradiça passível de recuperação; 4.9b) dobradiça para substituição.

Como exemplo do processo de substituição de um sistema de dobradiças, apresenta-se o caso de uma janela do tipo basculante, onde o processo se pode dividir em quatro fases, como é possível observar na Figura 4.10.

Como exemplificado, é necessária a remoção da folha móvel da caixilharia, de modo a permitir um melhor manuseamento. Começa-se por marcar a posição dos parafusos originais com um marcador / lápis, de modo a aproveitar a posição inicial da dobradiça. Seguidamente, são retirados os parafusos, desaparafusando ou desfazendo as cabeças com um berbequim no caso de se apresentarem em avançado estado de degradação. Deve-se montar as novas dobradiças de acordo com as marcações feitas previamente, fixando com os

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.10: Substituição de sistema de dobradiças do tipo basculante [79]:
4.10a) modo de retirar a folha móvel; 4.10b) marcação da posição da dobradiça original;
4.10c) retirada das dobradiças danificadas; 4.10d) fixação das novas dobradiças seguindo a posição marcada anteriormente.

parafusos de fixação adequados.

Por último, deve-se fixar a folha móvel, seguindo o procedimento inverso ao utilizado para a retirar. Normalmente para janelas basculantes, as dobradiças limitadoras apresentadas entram na parte superior da calha, no caso de serem basculantes inferiores, ou no inverso, no caso de serem basculantes superiores. Quando a janela estiver em posição, deve-se apertar o último parafuso de fixação, de modo a delimitar o ângulo de abertura pretendido [79].

4.3.5 R.F2 Afinação ou substituição do mecanismo de abertura / fecho

É no mecanismo de abertura / fecho que se dá a maior parte das anomalias decorrentes da utilização da caixilharia. Muitas vezes, fruto de má utilização, da própria fraqueza do material escolhido, da montagem deficiente ou de erros de projecto, o sistema de abertura / fecho é alvo de reparações e substituições.

Neste sentido, é essencial que a caixilharia permita a sua substituição e reparação, o que frequentemente acontece. Nos casos mais antigos, todo o sistema ficava visível pelo exterior da caixilharia, sendo que nos sistemas atuais, as ferragens estão ocultas quando a folha está fechada, sendo apenas observáveis com a folha móvel aberta.

A reparação pode consistir em operações simples como o aperto de parafusos soltos, a colocação de peças em falta, a lubrificação de peças corroídas ou degradadas, até à troca de todo o sistema por outro mais resistente ou funcional (Figura 4.11). Isto poderá acontecer também em casos de ferragens antigas, não submetidas a qualquer teste, e para as quais já não se encontram peças de substituição.

Nestes casos, é normalmente possível a adaptação de ferragens modernas a caixilharias antigas. Nos casos onde é mais complicado, podem ser necessárias pequenas alterações nos perfis que consistem normalmente em furações ou rasgos feitos manualmente sem custos elevados.

4.3.6 R.F3 Instalação de ferragens complementares

Em casos de fragilidade da ligação do aro ao vão, de elevado peso das folhas móveis, de notória fragilidade do sistema de fecho, da inacessibilidade dos sistema de fecho, da ausência de ferragens previstas ou de outras anomalias solucionáveis com a instalação de ferragens adicionais, é aconselhada a instalação de ferragens complementares às existentes. Pode-se observar na Figura 4.12 alguns exemplos onde a aplicação de ferragens complementares é aconselhada.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.11: Mecanismo de abertura / fecho a reabilitar:
4.11a) falta de parafusos de fixação; 4.11b) falta de manípulo de manobra;
4.11c) ferrolho deformado; 4.11d) mecanismo a substituir em avançada degradação.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.12: Instalação de ferragens complementares:
4.12a) sistema de dobradiças inadequado; 4.12b) falta de mecanismo de fecho;
4.12c) mecanismos de fecho / abertura inacessíveis; 4.12d) inexistência de limitadores de abertura.

No caso da instalação de dobradiças, o reforço deve ser simples, com uma dobradiça apenas, a meia altura de modo a contribuir apenas para resistir ao peso da folha, ou duplo, com duas dobradiças imediatamente acima ou abaixo das existentes. Em ambas as situações, devem ser instaladas dobradiças semelhantes às existentes, de modo a ser mantida a identidade da caixilharia.

Para realizar a instalação de novos pontos de apoio para o fecho das folhas móveis, dependendo da tipologia da caixilharia, o processo pode ser mais ou menos complexo. No caso das folhas de correr, o processo passará apenas pela instalação de pontos de fecho simples, assim como na caixilharia de abertura simples. Já no caso da caixilharia de folha dupla e oscilo batente, o processo passará muito provavelmente pela troca de todo o sistema de ferragens de abertura / fecho (Figura 4.13).

No caso de se verificar que a ligação aro-vão é frágil e não é suficiente para o suporte da caixilharia, esta deve ser reforçada. O reforço deve ser sempre realizado evitando a remoção do aro.

A ligação do aro ao vão pode ser efectuada de quatro modos distintos:

- fixação através de garras metálicas;
- fixação por aparafusamento (com utilização de buchas);
- fixação a pré-aro metálico;
- integração em elementos pré-fabricados.

Em qualquer dos métodos referidos, há que ter em atenção os efeitos da temperatura na dilatação dos materiais, sendo que os materiais de fixação não devem imprimir deformações nos elementos de caixilharia.

Este problema é tanto mais relevante quanto maior for o tamanho do vão a guarnecer.

A decisão de reforçar deve ter em consideração as recomendações generalizadas para caixilharias. A fixação deve ter em conta alguns parâmetros, que serão os seguintes: devem ser previstos pelo menos três pontos de fixação por caixilho; no entanto, para alturas superiores a 0,65 m mas inferiores ou iguais a 1,45 m, deve-se prever duas fixações à distância de 0,25 m das extremidades do perfil. Para alturas superiores a 1,45 m mas inferiores ou iguais a 2,45 m, deve-se prever 3 fixações, duas delas a 0,25 m de cada extremidade do perfil e a outra a meio vão. Finalmente, para alturas superiores a 2,45 m, o espaçamento máximo das fixações será de 0,80 m, devendo a primeira e a última estarem colocadas a 0,2 5m do parapeito e a 0,25 m da cabeceira, respectivamente.

Para os perfis inferiores e para larguras inferiores a 0,90 m, não é necessária qualquer ligação. Para comprimentos superiores a 0,90 m mas inferiores ou iguais a 1,60 m deve-se prever uma fixação a localizar a meio vão. Para vãos superiores a 1,60 m mas inferiores a 2,40 m, deve-se prever duas fixações de forma a dividir o vão em três parcelas de igual comprimento. Para vãos superiores a 2,40 m mas inferiores ou iguais a 3,20 m, deve-se prever três ligações que dividam o vão em quatro parcelas iguais. Finalmente, para vão superiores a 3,20 m deve-se garantir um espaçamento máximo das fixações de 0,80 m.

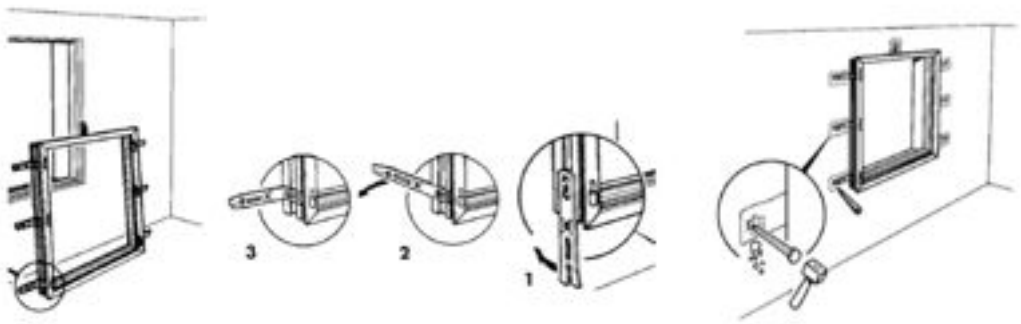


Figura 4.13: Instalação através de garras de chumbamento: 1. fixa-se a garra ao caixilho; 2. vira-se a garra; 3. posição final da garra de chumbamento para respectiva fixação [29].

A instalação de ferragens pode também ser justificada por mecanismos de fecho inacessíveis, em resultado da elevada altura, que obriga à utilização de outros equipamentos para aceder, ou da inadequação do sistema à utilização pretendida. Assim sendo, podem ser instalados mecanismos de controlo remoto do mecanismo de fecho, seja através de barras sujeitas a tensão axial controladas por manípulos a uma altura facilmente acessível, ou por sistemas rotacionais de tubos roscados, também controlados por manípulos a uma altura acessível.

Outra situação é a inexistência de ferragens que deveriam ter sido instaladas na montagem do sistema de caixilharias, mas que por algum motivo não se encontram presentes. Devido ao mau funcionamento do sistema em défice, estas devem ser instaladas o mais rapidamente possível, permitindo assim a total operacionalidade do sistema e a ausência de risco para o utilizador. Em casos como a ausência de limitadores de abertura, um utilizador incauto pode sofrer sérias lesões resultantes da operação das folhas móveis, que serão potencialmente mais graves quanto maior o tamanho e peso das mesmas folhas (Figura 4.12 (d)).

4.3.7 R.P1 Limpeza geral da caixilharia

A limpeza de caixilharias deve ser uma operação periódica que elimine a sujidade, detritos acumulados bem como a colonização biológica e a vegetação parasitária. Para isso, deve-se recorrer a métodos físicos-

químicos, de maior ou menor intensidade, de acordo com o material a remover. Assim sendo, à semelhança do que acontece noutras superfícies e de modo a evitar um desgaste desnecessário no revestimento da caixilharia, deve-se partir da técnica de limpeza menos agressiva para a mais nociva [80].

O método de limpeza deve também variar de acordo com o material e a extensão e tipo de sujidade presente (Figura 4.14). No entanto, a segurança não deve ser nunca posta de parte. A limpeza de janelas pode criar situações de perigo devido à tendência de o operário se "pendurar" sobre o peitoril, tentando chegar a pontos menos acessíveis.

Os métodos recomendados para limpeza das diferentes caixilharias são os seguintes:

- alumínio anodizado: para limpeza do alumínio anodizado, deve ser utilizada uma esponja humedecida, para a sujidade pouco entranhada, e uma lavagem com detergente neutro para sujidade mais aderente; pode também ser aplicada uma solução de cloro-etileno, seguida de um enxaguamento ligeiro de modo a retirar os resíduos da limpeza [81];

- ferro / aço galvanizado: a limpeza da caixilharia de ferro ou aço galvanizado deve ser realizada com água corrente e um solvente neutro ($6 < pH < 11.5$) [82]; podem surgir na caixilharia eflorescências de cor branca, resultado de um fenómeno de oxidação; não é aconselhada a sua remoção, já que geralmente o processo afecta a proteção anticorrosiva e, uma vez retirada a película protetora, o metal fica exposto aos agentes agressivos e a corrosão progride com maior facilidade [82]; a presença de óxido de aço junto às fracções das chapas deixadas a "nu", decorrentes dos trabalhos de cisalhamento, perfuração e corte em fábrica, não apresentam risco de degradação para a restante chapa, desde que a camada de zinco seja a suficiente para uma eficaz proteção [82]; o aço galvanizado é incompatível com lavagens ácidas ou básicas e produtos abrasivos; as manchas acastanhadas são sinal de gravidade, podendo dar indicação de corrosão e anomalias na camada protetora de zinco [81];

- metais termolacados: quando o processo de acabamento da caixilharia de alumínio ou aço é a termolacagem, descrita no capítulo anterior, surgem o alumínio lacado e o aço galvanizado lacado, respetivamente; para a limpeza destes materiais, deve-se recorrer a um detergente neutro seguido de enxaguamento com água, de modo a retirar os resíduos da limpeza [81]; mediante uma perda de espessura do revestimento, a sujidade mais difícil de remover pode ser retirada com um pano embebido em solvente mineral, seguido de uma limpeza cuidada e passagem de água no final; esta técnica deve ser aplicada após executar o teste da efectividade numa pequena zona da caixilharia, que servirá como provete de teste [82]; este material é inconciliável com lavagens ácidas ou básicas, solvente em excesso, produtos e métodos abrasivos [81].

- aço inoxidável: para proceder à limpeza, deve ser utilizada uma esponja húmida e um solvente neutro, seguindo-se um enxaguamento geral para remover quaisquer resíduos do produto utilizado; deve ser negado o uso de técnicas abrasivas com abrasivos grosseiros ou halogéneos, particularmente com cloro na sua constituição [82]; caso seja necessária a utilização de um abrasivo, este terá de ser muito fino e aplicado apenas por empresas qualificadas, dado o cuidado que exige; uma má atuação reduz o período de vida útil deste material de forma muito significativa [81];

- PVC: para a caixilharia de PVC, pode ser utilizado um detergente líquido, seguido de um enxaguamento para remoção dos resíduos, para que não fiquem sobre a caixilharia químicos que poderiam causar a sua degradação prematura; para a limpeza de resíduos de cimento, tendo em consideração que a sua aderência a superfícies de PVC é fraca, a utilização de uma esponja dura deve ser suficiente; caso exista sujidade que não foi removida pelos métodos anteriores, pode ser utilizada terebintina embebida num pano, seguida de uma limpeza com água corrente [82]; é desaconselhado o uso de detergentes à base de cloro, solventes acetónicos, aromáticos ou clorídricos, óleos minerais ou abrasivos [81];

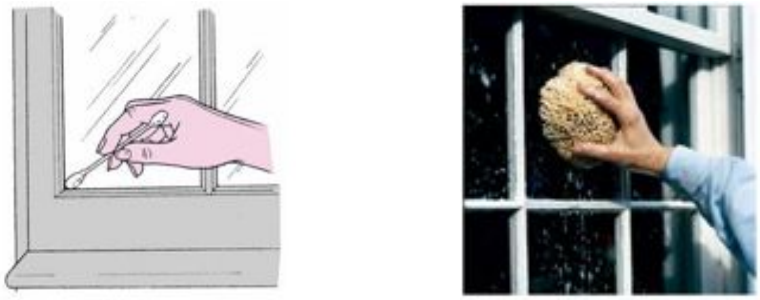
- madeira: para a caixilharia de madeira, uma vez que não é aconselhado o enxaguamento, não deve haver contacto de fontes de água com a caixilharia; isto poderia causar a absorção de água pela madeira,

o que é prejudicial ao seu funcionamento; deve então ser utilizado um sabão neutro e uma esponja húmida, não saturada com água morna para ensaboar a madeira, e um pano húmido com água fria para retirar o sabão; a madeira deve ser seca o mais rapidamente possível com um pano seco.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.14: Situações críticas de acumulaçao de sujidade:
4.14a) acumulação excessiva de pó; 4.14b) presença de detritos em juntas e calhas;
4.14c) existência de fungos e bolores; 4.14d) acumulação de teias de aranha e animais mortos.

Para qualquer sistema de caixilharias, a limpeza dos cantos e pontos de difícil acesso pode ser feita com recurso a escovas dos dentes macias ou cotonetes, como se vê na Figura 4.15, garantindo assim uma limpeza de todos os acessórios e borrachas.



(a) (b)

Figura 4.15: Métodologia de limpeza de caixilharia.
4.15a) utilização de cotonete para limpeza de cantos e pontos de difícil acesso; 4.15b) utilização de esponja com mistura de sabão neutro.

4.3.8 R.P2 Reparação de revestimentos

Para qualquer sistema de caixilharias, a possibilidade de danos no revestimento é uma constante, seja este uma lacagem, uma anodização, envernizamentos ou uma pintura com tintas aquosas. Este tipo de danos, embora não afete o comportamento da caixilharia, pode muitas vezes acelerar a sua degradação e ter um impacte estético não desprezável, como se pode ver na Figura 4.16.

A opção de uma pequena reparação de danos ou de total reparação deve ser tida em consideração. Esta pode assim evitar a necessidade de substituição de caixilhos ou a pintura total da caixilharia, caso a degradação da caixilharia se agrave ou como processo de reparação alternativo.

Os processos de reparação de danos serão diferentes consoante o tipo de acabamento em questão e consoante o material de suporte a esse revestimento. De um modo geral, podem-se dividir o tipo de

superfícies a tratar nos seguintes tipos de revestimento:

- anodização: para reparação de pequenos riscos ou picadas em superfícies anodizadas, cuja profundidade não tenha ultrapassado a espessura da anodização, deve recorrer-se a produtos ligeiramente abrasivos, recomendados pelo fabricante; estes produtos devem ser aplicados com material de proteção, segundo as instruções de aplicação dos mesmos, conseguindo idealmente uma total reparação da camada protetora;
- envernizamento: para a reparação de manchas ou riscos em superfícies envernizadas, deve proceder-se à raspagem com lixa até à profundidade onde seja eliminado o dano; deve depois ser lixada a superfície de verniz adjacente com lixa fina, de modo a aumentar a rugosidade da superfície, e dado o acabamento com o novo verniz;
- lacagem: os pequenos riscos e picadas em superfícies lacadas devem ser reparados através de uma operação em duas fases: a primeira fase deve consistir em polir com lixa fina a zona afetada, de modo a garantir uma homogeneidade da superfície, seguida numa segunda fase da aplicação da tinta recomendada pelo fabricante; este tipo de reparação é de difícil execução e não garante resultados satisfatórios;
- tinta em caixilharia de ferro / aço: para a reparação de riscos, desgastes, ou picadas em tinta em caixilharia metálica, deve ser utilizada uma tinta com a mesma tonalidade da existente, aplicada até a espessura da camada de tinta nova se tornar homogénea, cobrindo o dano causado; a tinta utilizada deve ter características anti-corrosivas e ser rica em zinco.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.16: Situações onde se aplica uma reparação do revestimento:
4.16a) pequenas manchas na anodização do alumínio; 4.16b) danos localizados na lacagem da madeira; 4.16c) descolagens da tinta de revestimento em metais; 4.16d) aplicação incorreta de silicone em junta.

4.3.9 R.P3 Reparação de zonas degradadas por corrosão

Muitas vezes, são encontradas partes da caixilharia visivelmente degradadas devido à corrosão (em caixilharia metálica, de alumínio e mista), seja devido a uma localização costeira, ao desgaste ou ausência do revestimento protetor ou até fruto de danos por ações mecânicas. Nestes casos, surge a necessidade de reparar pequenas áreas, tentando evitar a substituição da totalidade da caixilharia, ou a realização de próteses.

Antes do início da reparação, deve ser identificada a causa. Na maioria dos casos deste tipo de anomalias, estas são resultado da ausência de borrachas vedantes, juntas abertas, ausência de rasgos drenantes

ou peças em falta. Estas causas devem ser identificadas e corrigidas antes da reparação da superfície, de modo a evitar a repatologia. A reparação in-situ só deve ser efetuada caso a corrosão seja em pontos localizados (Figura 4.17) e seja apenas superficial. Caso a anomalia assuma um carácter generalizado e de avançado grau de penetração no material, a reabilitação deve ser feita em oficina especializada.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.17: Situações onde é necessária uma remoção dos produtos da corrosão:
4.17a) corrosão fruto da degradação da pintura de revestimento; 4.17b) corrosão causada pela acumulação de água numa junta; 4.17c) vidro partido fruto da expansão do metal corroído;
4.17d corrosão conjunta das ferragens e do caixilho de alumínio.

Começando pela corrosão em caixilharias metálicas de aço galvanizado, a corrosão deve ser removida por escovagem. Esta escovagem deve ser feita adicionando água quente, ou água fria misturada com solventes normalmente alcalinos. Esses solventes podem consistir em carbonato de sódio (15 a 20 g/l), fosfato trisódico (15 a 20 g/l) ou detergente neutro (2 a 3 g/l).

Quando for necessária uma operação mais profunda, pode-se recorrer ao uso de tricloroetileno, percloroetileno, tricloroetano ou cloroeteno, enxaguando no final com água corrente [82]. Pode também ser utilizado um óleo de limpeza e dissolução, para auxiliar a dissolução do óxido.

Após a remoção da corrosão e resultado da ação de escovagem, o aço fica sem a camada protetora da tinta. Esta deve ser novamente reposta, com recurso a tintas com e sem necessidade de aplicação de primário. No caso de tintas sem necessidade de aplicação de primário, estas devem ser ricas em zinco, de poliuretano ou até tintas epóxidas. A pintura com primário reactivo tem normalmente uma espessura que ronda 5 a 12 μm e é constituída por um composto em PVB (butiral polivinilo) e tetraoxicromato de zinco ou ácido fosfórico e fosfato, sendo o acabamento dado com uma pintura corrente para exterior [81].

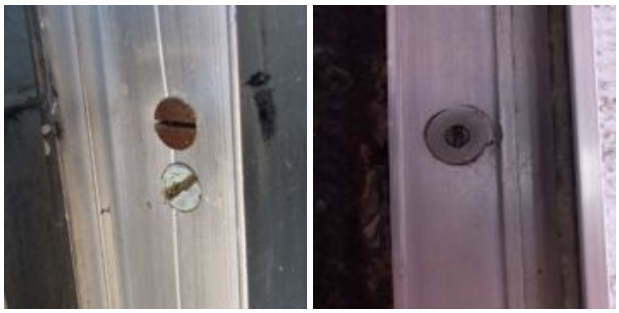
Para caixilharias de alumínio, o processo de corrosão é diferente, podendo ocorrer de diversas formas. O processo de reabilitação será diferente para cada uma delas. A forma mais comum de corrosão em alumínio será a corrosão uniforme, que consiste na corrosão da superfície do alumínio de uma maneira homogénea com a mesma velocidade, resultando a diminuição gradual da espessura da secção. Durante um período de tempo, o alumínio que se encontra exposto sofre uma oxidação por iões agressivos (tais como cloretos). Este ataque vai fragilizando o metal até ao ponto em que esta quebra acontece essencialmente em ambientes ácidos e alcalinos [33].

Para parar ou retardar este processo, devem ser utilizados tratamentos de proteção do alumínio tais como a termolacagem ou a anodização. Em alternativa, podem ser utilizados ânodos de sacrifício em zinco ou inibidores, tais como ácido crómico, no caso de ligas de alumínio [33].

Outra forma de corrosão comum em caixilharias de alumínio é a galvânica (Figura 4.18), ocorrendo quando metais ou ligas diferentes estão em contacto direto com um material condutor em ambiente húmido ou condutor. O metal menos nobre na combinação torna-se ânodo e corrói, enquanto que o mais nobre se

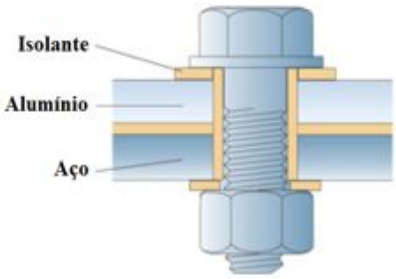
torna cátodo e se protege contra a corrosão [33]. Este tipo de corrosão não ocorre em ambientes secos e fechados, uma vez que não há contato elétrico entre os dois metais.

Para solucionar esta questão, é aconselhado o uso de metais compatíveis aprovados pelo fabricante ou a aplicação de um material isolante entre os dois, tal como neoprene (Figura 4.18).



(a)

(b)



(c)

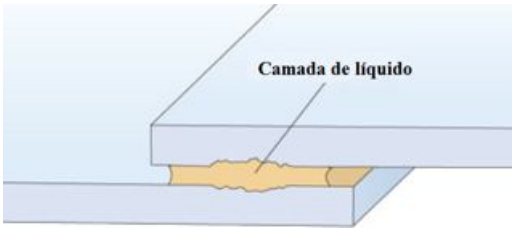
Figura 4.18: Corrosão galvânica;
4.18a) corrosão galvânica em materiais incompatíveis; 4.18b) cobertura de proteção contra a corrosão em parafusos; 4.18c) esquema ilustrativo de isolamento preventivo para a corrosão galvânica [30].

A corrosão por picadas acontece quando existe um dano de origem mecânica ou química na camada protetora de óxido. A corrosão típica carateriza-se por pequenas picadas na superfície do alumínio, que raramente atingem uma grande percentagem da espessura da peça. Neste sentido, a rigidez da peça raramente é afetada tornando-se um problema apenas estético.

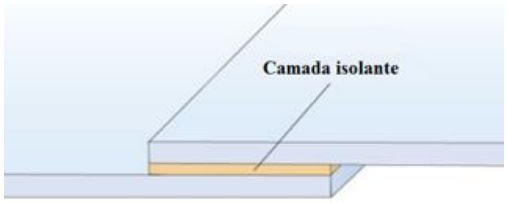
Para a prevenção deste tipo de corrosão, devem ser utilizados tratamentos superficiais como a termolacagem ou a anodização e ser adotados perfis de fácil secagem. Devem também ser realizadas limpezas periódicas e pode ainda ser adoptada uma proteção catódica à semelhança da descrita.

Para resolução deste tipo de anomalia, deve ser colocado um mastique selante entre as duas superfícies ou utilizados parafusos de aperto, de modo a colmatar a fissura entre as duas superfícies.

A corrosão intersticial raramente acontece em perfis extrudidos, consistindo no entanto na corrosão de superfícies que, embora não estando em contacto, mantêm entre elas uma película de líquido resultante de infiltrações ou da condensação, como se pode observar na Figura 4.19. Este líquido é mantido entre as superfícies por capilaridade causando assim corrosão em ambas as superfícies. Este tipo de corrosão é mais comum em ambiente litorais ou ricos em cloretos.



(a)



(b)

Figura 4.19: Corrosão intersticial [30];
4.19a) corrosão intersticial entre placas; 4.19b) método de isolamento preventivo para a corrosão intersticial.

4.3.10 R.P4 Execução de próteses

Quando existe degradação localizada na caixilharia, seja por fungos ou podridão, seja por uma corrosão avançada, pode justificar-se a realização de próteses. Pode-se observar na Figura 4.20 situações onde é possível e indicada a realização de próteses. Estas próteses podem ser em resina epóxida ou betumes aquosos no caso da madeira ou em chapas de aço soldadas ao perfil no caso do aço galvanizado.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.20: Exemplos de anomalias onde é indicada a execução de próteses no material:
4.20a) podridão da madeira associada ao mecanismos de fecho; 4.20b) podridão localizada;
4.20c) corrosão apenas da chapa exterior do caixilho;
4.20d) corrosão avançada e ausência de material da chapa exterior do caixilho.

No caso da madeira, o processo é feito em 5 fases (Figura 4.21). A primeira consiste em remover totalmente a podridão com o auxílio de ferramentas manuais ou de uma broca eléctrica. Este passo terá de ser levado até ao ponto onde a madeira seja perfeitamente sã, evitando assim a má aderência da resina epóxida.

Na segunda fase, é aplicado um tratamento de endurecimento à madeira, através de um produto químico normalmente disponível em duas fases, mistura-se, aplica-se e deixa-se atuar durante o tempo recomendado pelo fabricante.

Na terceira fase, após a escovagem com uma escova de aço da superfície de madeira endurecida, é aplicada a resina epóxida, ou o betume acrílico ou aquoso, consoante a escolha. No caso da resina, o período de aplicação é reduzido, pois o processo de cura dura apenas dez minutos. Assim sendo, não se deve tentar misturar e preencher a cavidade deixada livre pela madeira podre de uma vez, tentando-se realizar esta operação por fases.

A resina epóxida consiste normalmente em duas fases, que são assim misturadas em pequenas porções e aplicadas com uma espátula, em ciclos de aplicação-endurecimento-aplicação, garantindo que não ficam espaços vazios entre as aplicações de resina, ou entre a resina e a madeira.

Como a resina epóxida pode ser polida com lixa mecânica, a quarta fase consiste em polir toda a superfície com uma lixa mecânica, de modo a obter uma superfície homogénea. A lixa utilizada pode ser grossa ou fina, dependendo do grau de acabamento que se pretende para a peça em questão.

Para finalizar a operação, devem ser aplicados o primário de proteção da madeira e a camada de acabamento. Esta camada deve no entanto ser opaca, visto a resina ter uma tonalidade diferente da madeira ao natural.

Para a caixilharia de aço, o processo de soldadura da chapa consiste em três fases. Na primeira, é retirada a zona corroída do elemento, tendo em atenção para deixar apenas material são. Deve também ser encontrada ou montada em fábrica uma peça com as dimensões do perfil a reparar. Normalmente, apenas são recortadas partes do perfil em chapa, o que facilita a obtenção de peças para substituição.

Na segunda fase, a peça sã é soldada ao perfil. Deve-se ter em atenção que o método de soldadura não deve ter cordões salientes, por questões estéticas e de funcionamento, sendo mais ou menos relevantes consoante a zona a reparar. Em terceiro lugar, deve ser dada a galvanização a toda a zona reparada.

Caso isso seja impossível, deve ser aplicada uma tinta de revestimento protetora rica em zinco ou outro tipo de proteção contra a corrosão da zona reparada.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.21: Operações de realização de prótese em resina epóxida:
4.21a) remoção da área afetada; 4.21b) aplicação do primário de tratamento; 4.21c) aplicação da massa de resina epóxida; 4.21d) regularização da superfície.

4.3.11 R.P5 Repintura da superfície (tintas / vernizes)

Quando é verificado que o estado de degradação da pintura ou lacagem é generalizado, não se justificando apenas retoques pontuais, torna-se necessária a repintura total da superfície (Figura 4.22).

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.22: Situações onde é justificada uma repintura total da superfície da caixilharia:
4.22a) degradação geral da pintura devido à radiação UV; 4.22b) pormenor da degradação da pintura;
4.22c) degradação da camada de tinta protetora e corrosão consequente;
4.22d) descoloramento da lacagem protetora de alumínio.

Em caixilharia de madeira, o processo consiste em três ou cinco fases, consoante se queira um acabamento em verniz, ou uma lacagem da madeira. No entanto, o acabamento lacado da madeira confere à partida uma maior proteção.

Ambos os processos têm início na decapagem da caixilharia existente, podendo esta ocorrer com processos químicos ou mecânicos. Para a utilização de processos químicos, deve ser utilizado um produto decapante e raspados os resíduos da sua actuação, enquanto que para a utilização de um processo mecânico deve ser utilizado um maçarico, que tem como função amolecer o material existente, e utilizado também

um raspador para remoção dos resíduos resultantes.

Após a decapagem do caixilho, deve ser utilizado um impregnante como o "Cuprinol", de modo a garantir a proteção da madeira à humidade e aos agentes agressores. A aplicação do impregnante pode ser feita à pistola de pressão ou por *flow-coating*, dependendo da quantidade de peças a reparar e da facilidade de levar o material às instalações de aplicação.

Após a aplicação do impregnante, segue-se a fase de aplicação do verniz de proteção, podendo também este ser aplicado com pistola ou por *flow-coating*. O verniz pode ser aplicado em uma ou duas demãos, dependendo do nível de proteção pretendido.

Caso o processo de acabamento final adoptado seja a lacagem, segue-se ainda a aplicação de um primário de aderência e posteriormente da tinta de lacagem.

No caso da caixilharia de alumínio, caso a opção seja uma nova lacagem, o processo de pintura deve ser precedido pela aplicação de um primário de aderência. No entanto, caso a opção de voltar a lacar se deva a danos extensos na lacagem anterior, o resultado final não é garantido.

Para a caixilharia de ferro / aço, a repintura geral da superfície deve ser feita por cima da pintura existente, após uma raspagem para garantir a aderência e soltar bocados de tinta antiga não aderentes. No entanto, deve-se ter em consideração a alteração da espessura da camada de revestimento, de modo a que não prejudique a abertura e fecho das folhas móveis, nem a operação das peças móveis (Figura 4.23).

(a) (b) (c)

Figura 4.23: Pintura de caixilharia em ferro / aço [83]:
4.23a) aplicação do decapante; 4.23b) remoção da tinta antiga e lixagem da superfície;
4.23c) pintura com primário e tinta de acabamento.

4.3.12 R.P6 Reparação de deformações

Para a reparação de deformações na caixilharia, é necessária uma análise cuidada de modo a identificar o elemento responsável. Após a identificação do elemento causador da deformação, deve-se proceder à identificação da causa do seu mau funcionamento.

Só se deve proceder à substituição do elemento causador da deformação, após acautelar a causa do seu mau funcionamento, evitando a repatologia. Normalmente, a deformação pode ser reparada por substituição de caixilhos, ferragens ou à introdução de perfis de reforço no caso da caixilharia de PVC. No caso de pequenas deformações que não exijam a troca de perfil, deve ser preferida a sua reparação.

As causas mais comuns são a absorção de humidades, as dilatações térmicas, o mau funcionamento do sistema de abertura / fecho ou excesso de camadas de tinta, que obrigam a forçar a caixilharia causando as deformações em causa, decorrentes da utilização. Pode também acontecer que as uniões ou os conetores metálicos de união dos vários perfis tenham falhado, pelo que apenas é corrigida a deformação da caixilharia através da correta junção dos perfis.

Para isso, pode ser necessário desmontar toda a folha, de modo a fazer uma nova colagem dos perfis no caso da caixilharia de madeira, ou a introduzir novos conectores no caso de caixilharia de alumínio ou PVC.

Não é usual que existam problemas nas uniões soldadas da caixilharia em aço, sendo no entanto mais usual a existência de empenamentos. Quanto a estes, é possível que sejam empenos permanentes, embora no caso de caixilharias metálicas, principalmente com folhas opacas de metal e tintas escuras, os empenos sejam devido à dilatação térmica dos materiais. Assim sendo, é aconselhado que, antes de realizar modificações na caixilharia, se analise essa possibilidade, pois um aumento das juntas pode significar uma maior permeablidade do ar à noite, quando as temperaturas são menores.

(a) (b) (c)

Figura 4.24: Diferentes tipos de deformações:
4.24a) diferentes inclinações das folhas móveis; 4.24b) conetor metálico deformado;
4.24c) pequena deformação do perfil.

É também possível que existam deformações devidas ao mau funcionamento dos conetores dos elementos. Nestes casos, recomenda-se a instalação de conetores exteriores, caso possível, ou a substituição ou ajuste do conector existente, sendo necessária em muitas situações a desmontagem dos elementos para proceder a essa operação.

4.3.13 R.P7 Limpeza, reparação ou execução de rasgos drenantes

A não existência de rasgos drenantes, a sua obstrução, má localização ou funcionamento podem ser causas de infiltrações de água para o ambiente interior e da aceleração do estado de degradação da janela (Figura 4.25). As operações de limpeza da caixilharia devem assim incluir a desobstrução periódica dos mesmos.

Nos casos onde a drenagem não esteja em funcionamento, deve ser analisada a causa dessa ocorrência. Se a causa for a sua má localização, deve ser reparada esta situação, ou realizados novos rasgos, através da furação do caixilho.

Caso ocorram infiltrações para o ambiente interior que possam ser evitadas com a criação de drenagens, estas devem ser realizadas e testadas, em sítios onde não prejudiquem o normal funcionamento da caixilharia, sendo que o processo de evacuação de água para o exterior deve ser feito da maneira mais direta possível.

A acumulação de água não escoada no interior da caixilharia pode acentuar a degradação da caixilharia e ser a causa de outras anomalias como podridão, corrosão, ataques de fungos e infiltrações interiores.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.25: Anomalias em rasgos drenantes:
4.25a) desgaste de rasgos de drenagem; 4.25b) rasgos obstruídos;
4.25c) ausência de rasgos drenantes; 4.25d) caminhos de evacuação de água obstruídos.

4.3.14 R.P8 Substituição de elementos da caixilharia

Quando o estado de degradação pode ser limitado a uma peça apenas, e simplesmente reparado nas adjacentes, justifica-se a troca da travessa, dos montantes, de pingadeiras, peças do aro, bites ou qualquer elemento secundário. Este processo deve na maioria dos casos ser feito em fábrica, visto a degradação da peça poder ser extensível a outras partes da caixilharia, o que assim sendo facilita a reparação.

Esta técnica pode suceder quando há a danificação de um caixilho em obra (Figura 4.26), resultado de impactos ou riscos, quando existe uma degradação por maior exposição aos agentes atmosféricos ou até por defeitos de fabrico no perfil. Os elementos mais sujeitos a degradação são usualmente os localizados na parte inferior do vão, estando estes mais expostos à radiação UV e à ação de humidades, ou os elementos secundários, muitas vezes em materiais de pior qualidade. São assim as pingadeiras, o peitoril, as travessas inferiores ou a parte inferior dos montantes, e os bites.

Para proceder a esta troca, é necessária a criação de uma peça de substituição com as mesmas dimensões e secção. Preferencialmente, deve-se tentar aproximar ao máximo as características do material (tipo de madeira, liga metálica), de modo a obter-se uma homogeneidade nas características da caixilharia. Deve-se evitar a substituição com recurso a peças de materiais diferentes.

Após a troca do elemento, no caso de a caixilharia ter já um elevado tempo de utilização, deve-se finalizar o processo com uma pintura geral na caixilharia ou com um acabamento similar ao existente. Isto pretende colmatar eventuais diferenças entre a pintura nova e a antiga, disfarçando assim a operação reabilitativa efetuada.

4.3.15 R.P9 Aplicação de perfis de reforço

Em casos onde a deformabilidade dos perfis é notória, apresentando uma baixa resistência mecânica devido ao mau projecto ou má instalação da caixilharia, a introdução de perfis de reforço pode ser uma alternativa para o aumento das condições de serviço da caixilharia. Estas são prejudicadas pela deformabilidade dos perfis, pois esta pode causar o desprendimento das borrachas vedantes, a entrada de água para o interior e o aumento da permeabilidade ao ar.

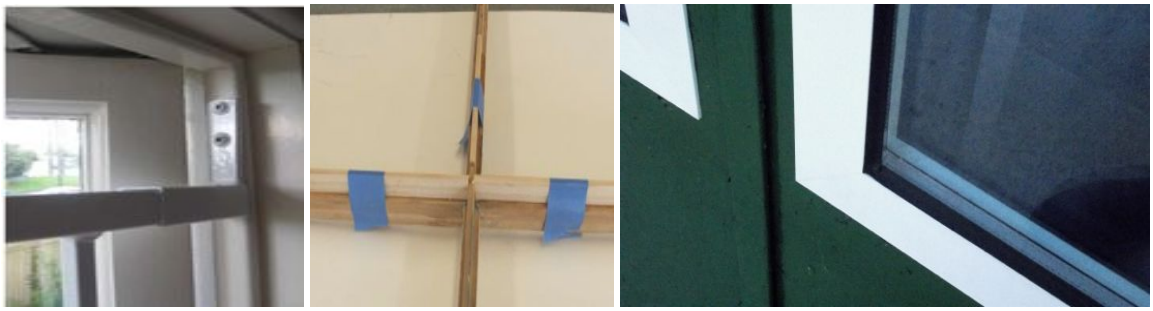
Como referido em [70], esta é uma das razões para o mau comportamento térmico da caixilharia, sendo também um possível ponto de entrada para partículas sólidas, chuva e ações de vandalismo. A elevada deformabilidade da caixilharia pode também causar danos nos vidros, sendo uma fonte de custos de manutenção e de desconforto.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.26: Situações de troca de elementos:
4.26a) degradação avançada da travessa inferior;
4.26b) degradação da prótese aplicada no aro, justificativa da troca de elemento;
4.26c) degradação do peitoril; 4.26d) aplicação correta de silicone em junta aro / vão.

Neste sentido, ao invés da substituição dos perfis, é possível a adaptação de perfis de reforço, colocados interiormente através de fixações mecânicas ou de soldadura, reforçando assim as características mecânicas dos perfis originais.

A adopção desta técnica reabilitativa permite manter o aspecto exterior da caixilharia, bem como o material original e tem ainda a vantagem de poder ser aplicada *in situ*, sendo na maioria dos casos uma operação reversível. Pode-se observar alguns exemplos da sua aplicação na Figura 4.27.



(a) (b) (c)

Figura 4.27: Aplicação de perfis de reforço:
4.27a) aplicação de reforço na união de perfis; 4.27b) colagem de perfis de reforço em caixilharia de madeira;
4.27c) reforço da caixilharia em ferro com perfis de alumínio para colocação de vidros duplos.

4.3.16 R.P10 Aplicação de revestimentos protetores

Em caixilhos com superfícies irregulares, resultado de danificações na pintura, soldagens salientes ou deformações por impacto, pode ser vantajosa a aplicação de revestimentos hidrofugantes / algicidas / fungicidas, de modo a evitar a acumulação de água e o aparecimento de fungos e vegetação em resultado. Este procedimento é preferencialmente aplicado a caixilharias metálicas e de madeira, sendo que a sua aplicação pode ser extensível a outros tipos, com a utilização de produtos adequados ao suporte. É também aconselhada a sua aplicação em ambientes marítimos, ou com elevados níveis de precipitação, onde os vãos sejam sujeitos a ciclos repetidos de molhagem / secagem.

Estes produtos atuam fazendo com que o ângulo de contacto da superfície do suporte seja invertido, preenchendo os poros onde as partículas de água se fixariam. Assim, quando existe contacto entre o suporte e partículas de água, estas não se fixam ao suporte, o que aumenta a protecção dos revestimentos face aos agentes biológicos e sais marinhos, ao mesmo tempo que mantém o aspecto original do suporte, visto ser um produto incolor [84].

Apesar do aumento da proteção contra sais e penetrações de humidades, e devido à diminuição da respiração do material, uma vez que exista penetração dos mesmos os efeitos podem ser mais graves para o material de suporte. Principalmente em locais onde a formação de gelo é frequente, a aplicação desta técnica deve ser acautelada. Deve também ser reforçada a camada hidrofugantes, sempre que se verifique que a existente perde eficácia. As desvantagens deste produto prendem-se com a reduzida vida útil, redução de respiração do suporte e o facto de ser inflamável [82].

O período de vida útil de cada camada aplicada varia assim com o tipo de solvente utilizado, a ação dos raios UV, chuva e vento. Os hidrofugantes podem ser de base aquosa com um período de vida de 6 meses a um ano ou de base solvente que duram, aproximadamente, 10 anos, dada a sua maior penetração no substrato, embora sejam bastante mais onerosos [82].

Para uma correta aplicação do produto hidrofugante a superfície deve ser limpa e desengordurada. A aplicação deve ser com temperaturas de 20 graus Celsius e com o auxílio de pistola de projeção. Devem ser aplicadas duas demãos, perfazendo uma camada de cerca de 1 mm. A dosagem de produto hidrofugante deve ser de 1 / 20 partes para locais pouso agressivos, 1 / 15 em locais moderadamente agressivos e 1 / 10 em locais de agressividade severa [80]. No entanto é necessária uma verificação da ficha do produto, de modo a confirmar a adequação ao suporte e as condições recomendada pelo fabricante.

A sua aplicação deve ser precedida de uma limpeza geral da caixilharia e do vão, de modo a remover gorduras, partículas sólidas ou colonizações de algas, fungos ou outro tipo de vegetação, para uma eficaz aderência ao suporte [82]. Deve também promover-se a secagem num ambiente o mais limpo possível e a realização de inspeções periódicas com o fim de averiguar a eficácia do produto e a necessidade de uma nova aplicação.

Para um resultado extensível a todo o vão, deve ser aplicado também um produto hidrofugante adequado a todo o vão, de modo a diminuir a probabilidade do aparecimento de colonizações biológicas também na área circundante à caixilharia.

4.3.17 R.P11 Preenchimento de fendas com betume

Devido ao efeito do tempo e dos agentes agressores, muitas vezes a caixilharia de madeira forma fendas, buracos, ou cria aberturas que, não sendo resultantes de podridão e não justificando a realização de próteses ou a troca do elemento, têm de ser eliminadas. Neste sentido, os fabricantes utilizam betumes acrílicos ou aquosos para o preenchimento das mesmas.

Esta operação de preenchimento de fendas é realizada na maioria dos casos antes de existir uma pintura da superfície, de modo a que o efeito final da pintura seja liso e homogéneo, não se observando fendas ou buracos no material. No entanto, no caso de ser notado o crescimento de uma fenda, deve-se proceder ao seu enchimento, de modo a evitar uma maior degradação da madeira por acumulação de água e facilidade de acumulação de partículas no interior da fenda.

Estas fendas têm uma forte componente estética negativa e, no caso de se propagarem a toda a espessura do elemento, podem ser uma fonte importante da permeabilidade do ar e de partículas para o ambiente interior. A possibilidade de apodrecimento da madeira em resultado do seu aparecimento aumenta também, pois o nível de proteção conferido ao interior dos elementos é sempre menor do que à superfície.

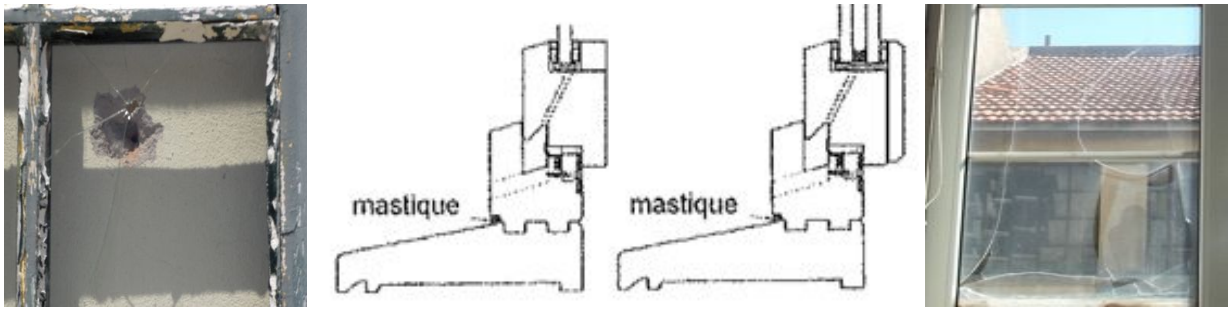
Na Figura 4.28, pode-se encontrar alguns casos onde poderão ser aplicados betumes acrílicos ou aquosos, dependendo da exposição aos elementos da caixilharia analisada, sofrendo posteriormente uma reparação ou uma reposição total do revestimento.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.28: Situações de fendas e reentrâncias onde poderiam ser aplicados betumes de reparação: 4.28a) situação onde, para além da utilização de betume, se deve prever uma união mecânica ou por colagem dos elementos; 4.28b) aplicação de betume na fenda seguida de envernizamento; 4.28c) preenchimento do material em falta com betume; 4.28d) aplicação de betume na fenda seguida de pintura.

4.3.18 R.V1 Substituição do envidraçado

Para a substituição de um envidraçado, interessa saber qual o tipo de caixilharia onde vai ser efetuada a troca. Dependendo do tipo de caixilharia, a fixação do vidro pode ser feita com recurso a molas, bites, pregos de vidraceiro e até borracha EPDM, o que leva a diferentes métodos de substituição. No entanto, pode-se dividir o processo de substituição do envidraçado em 5 fases, sendo elas: retirada do vidro antigo; reparação da superfície; preparação do selante; instalação do novo vidro; acabamentos. As situações de vidros furados, partidos, rachados ou picados são as principais causas da substituição do envidraçado. Pode-se ver alguns exemplos na Figura 4.29.



(a) (b) (c)

Figura 4.29: Situações onde se aplica a técnica R.V1:
4.29a) vidro simples partido; 4.29b) substituição para um vidro duplo através da alteração do bite [70]; 4.29c) parte exterior de vidro duplo partida.

Neste tipo de operação, são críticas as precauções com a segurança. Devem ser utilizadas luvas espessas que cubram os pulsos, bem como calçado de segurança. Os cuidados no manuseamento e transporte do vidro devem passar por não o colocar em situações de apoio instáveis, mantê-lo em contato com superfícies pouco rugosas e macias e não o transportar de maneira a que possa partir-se.

Deve ser acautelada a compra do vidro certo para a caixilharia a reparar. Para isso, deve ser levado até ao fornecedor o exemplar antigo ou uma medida rigorosa do espaço ocupado pelo vidro no caixilho. Não deve ser esquecido o espaço resultante da folga ocupada pelas borrachas vedantes aquando da medição da espessura do mesmo.

O material necessário para esta operação dependerá do sistema de fixação, consistindo de forma geral no equipamento de segurança, um martelo de borracha, espátula, escova de arame, faca ou lâmina, fita-métrica e pistola de silicone. Caso a fixação seja feita com massa de vidraceiro, pode-se recorrer a uma pistola de ar quente para amolecer a massa, facilitando a sua remoção. O procedimento será constituído pelos seguintes passos:

1. Retirar o vidro antigo: para retirar o vidro antigo, deve-se se possível retirar a folha da restante caixilharia, e fixá-la convenientemente numa superfície de trabalho, com a face interior voltada para cima. Seguidamente, devem ser removidos todos os pedaços de vidro. Após a remoção do vidro, no caso da fixação com massa de vidraceiro, deve-se retirar o mastique utilizado para prender os vidros com uma espátula, e os pregos de vidraceiro com uma turquês ou alicate. No caso de fixação com bites e borrachas vedantes, deve-se primeiro localizar a ponta da borracha e puxá-la até à sua total remoção. Após a remoção da borracha, deve-se proceder à remoção dos bites, recorrendo a ligeiras pancadas com o martelo de borracha, ou desapertando as fixações mecânicas existentes. Dependendo do tipo de caixilharia, pode ser necessário remover primeiro os bites laterais, ou os bites de topo, utilizando pancadas ligeiras, de modo a que o bite ocupe o espaço deixado livre pela borracha anteriormente removida. Deve-se registar sempre o local de proveniência de cada peça retirada.

2. Reparar: depois de remover todas as fixações interiores e o vidro partido, deve-se eliminar o mastique que é utilizado para prender os vidros nos caixilhos. Para remover o mastique, usa-se um formão. No caso da fixação por bites, será necessário remover a fita de borracha butílica exterior ou os restos de silicone. Deve-se usar uma escova metálica ou uma esponja grossa para eliminar a poeira, ferrugem e detritos acumulados na junta. É necessário, no entanto, acautelar o facto de uma escova metálica danificar ligeiramente a caixilharia se não for usada corretamente. Depois de utilizar a escova metálica, deve ser usado um pano húmido para limpar a poeira. Após a superfície secar, pode-se aplicar com um pincel uma tinta de primário de proteção ou óleo de linhaça no caixilho onde será colocado o vidro, dependendo das indicações do fabricante e do material.

3. Preparar e aplicar a junta exterior: a próxima etapa é a preparação e aplicação do material que constitui a junta exterior caixilho-vidro. Para preparar a massa de vidraceiro típica, deve-se amassá-la entre os dedos até que fique maleável e que os cole ligeiramente. Com a ajuda da espátula, aplica-se a massa nos entalhes do caixilho. Esta primeira camada servirá para manter temporariamente o vidro no local. Segue-se a colocação provisória - verifica-se que as distâncias entre vidro e caixilho são cerca de 1,5 mm em toda a volta e aperta-se o vidro contra a massa sem nunca pressionar o centro do vidro. No caso da fixação por bites, deve ser colocada uma nova fita de borracha butílica ou uma nova camada de silicone, sobre a qual vai ser colocado o vidro, com o procedimento explicado. Devem também ser recolocados os calços de espaçamento, caso o sistema os inclua.

4. Colocar o novo vidro: com o vidro fixo pela massa de vidraceiro, podem agora ser colocados os pregos de vidraceiro (15 mm de comprimento). Devem ser deixados 10 mm de prego fora da madeira e o espaçamento entre pregos deve ser de 15 a 20 cm. Este devem ser posteriormente dobrados de modo a tocarem no vidro. Para terminar a instalação, deve ser aplicada massa de vidraceiro no interior do caixilho, no espaço sobrante. No caso da fixação por bites, o vidro deve ser fixo colocando os

bites da maneira oposta à utilizada para os retirar da sua posição, ou repondo as fixações mecânicas anteriormente retiradas. Após a colocação dos bites, devem ser repostas as borrachas isolantes, realizando também o processo na ordem inversa ao anterior. Caso sobre comprimento de borracha no fim, deve ser retirada e voltada a colocar, pois caso seja simplesmente cortada a borracha em excesso, com o tempo esta vai encolher deixando espaços vazios. Caso a introdução da borracha se revele difícil, pode-se utilizar água com detergente de modo a ajudar a introdução.

5. Acabamentos: para finalizar a instalação do vidro no caso da fixação tradicional, a massa de vidraceiro exterior e interior deve ser regularizada segurando a espátula num ângulo de 15º e fazendo-a deslizar pressionando fortemente sobre a camada aplicada. No final, deve-se limpar o vidro novo com uma esponja embebida em detergente (pode ser efectuado com a janela na vertical). Caso se pretenda pintar a janela, deve-se deixar o mastique secar completamente (2 ou 3 semanas).

   Estas operações podem ser visualizadas na Figura 4.30.

(a) (b) (c) (d)

Figura 4.30: Operações de substituição de um vidro em caixilharia tradicional [83]:
4.30a) remoção da massa de vidraceiro; 4.30b) aplicação do silicone isolante; 4.30c) preparação e aplicação da massa de vidraceiro nova; 4.30d) acabamento com espátula.

O vidro pode também ser substituído por um com melhor comportamento em termos energéticos ou acústicos. Normalmente, este tipo de vidros será mais grosso do que o original ou então serão grupos de vidros duplos ou triplos. Neste caso, a introdução do vidro na caixilharia original pode não ser fácil, obrigando à adopção de soluções mais ou menos adequadas caso a caso. Pode-se ver um exemplo dessa aplicação na Figura 4.29.

Este tipo de situação é comum em caixilharia de madeira antiga ou de alumínio dos anos 60 e 70. No caso da caixilharia de alumínio, a colocação de bites diferentes pode não ser de fácil execução devido à dificuldade de encaixe e execução dos mesmos, sendo comum a necessidade de substituição total da caixilharia para alcançar um melhor comportamento energético.

4.3.19 R.V2 Reparação do envidraçado

A reparação de vidros pode ser uma opção no caso de vidros laminados ou não temperados, sendo no entanto muito pequeno o seu campo de aplicação. A sua aplicação é normalmente preterida em relação à total substituição do envidraçado devido à dificuldade em garantir um bom resultado, ao tipo de vidros específico onde pode ser aplicada e à extensão do dano passível de ser reparada.

No caso da caixilharia moderna, a opção por vidro duplo torna muito difícil a reparação do envidraçado. Na maior parte dos casos de dano com rachas no vidro, a reparação do dano não garante a estanqueidade

do gás de isolamento e é sempre aconselhada a aquisição de um novo envidraçado duplo. Mesmo em situação de pequenas picadas, não é recomendada a reparação do envidraçado, sendo ao invés recomendada a substituição. Apenas se colocará a situação de reparação no caso de pequenos danos em grandes superfícies envidraçadas não temperadas, cuja substituição implicaria elevados custos económicos, e em que os danos se revelem esteticamente determinantes.

Para determinação da possibilidade ou não de reparação, deve ser contactado o fornecedor do envidraçado e realizada uma análise de custo-benefício em relação à opção de substituição. O caso típico de aplicação de reparação serão as picadas ou rachas térmicas em vidro não temperado (Figura 4.31)

Figura 4.31: Rotura térmica do vidro [70].

4.3.20 R.V3 Aplicação de sistemas de ventilação

Em muitas situações, devido à amplitude térmica ou à utilização interna do espaço, é necessário aumentar as trocas de ar entre o interior e o exterior dos edifícios. Neste sentido, são instalados dispositivos mecânicos na caixilharia, ou são simplesmente realizadas aberturas, quer no envidraçado, quer na própria caixilharia.

Em algumas situações, é até alterado o sistema de abertura, de modo a permitir uma passagem constante do ar, sendo uma alternativa à substituição total da caixilharia por outro sistema com uma ventilação melhorada.

Estes sistemas são aplicados em casos onde as condensações são recorrentes, onde os níveis interiores de humidade são demasiado altos para o pretendido, em caso de produção de odores interiores que interessa evacuar ou em espaços que permaneçam muito tempo fechados, e que necessitem de uma maior renovação do ar, mesmo com todas as folhas móveis fechadas.

Os sistemas aplicados podem ser de diversos tipos, estando na Figura 4.32 alguns exemplos.

4.4 Matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação

Interessa neste ponto estabelecer uma relação direta entre as anomalias propostas por SANTOS [5], colocadas em coluna, e as técnicas de reparação sugeridas neste capítulo, colocadas em linha. A elaboração de uma matriz de relação torna-se essencial por permitir relacionar facilmente a ocorrência patológica registada com as possíveis técnicas de reabilitação [65].

(a) (b) (c)

Figura 4.32: Aplicação de sistemas de ventilação:
4.32a) sistema mecânico simples de extração de ar com tubo; 4.32b) aberturas realizadas no vidro para ventilação com regulador; 4.32c) sistema mecânico simples de ventoinha de extração.

A escolha destas técnicas consiste numa primeira fase da análise da bibliografia disponível, do contacto com profissionais do sector e do trabalho que tem sido desenvolvido noutras dissertações e teses ([73]; [67]; [65]; [82]) e, numa segunda fase, da validação da mesma tendo por base as observações efectuadas no trabalho de campo. Assim sendo, os valores que sofreram alterações na segunda fase do estudo encontram-se marcados a amarelo.

Para uma correta interpretação da matriz, interessa observar que na intercepção de cada linha (representando uma técnica de reabilitação) com cada coluna (representando uma anomalia), é inserido um número que representa o grau de correlação entre a anomalia e a técnica de reabilitação, de acordo com os critérios definidos em [73] e [67], bem como noutros trabalhos, cuja designação apresenta o seguinte significado:

• 0 - sem relação: não existe qualquer relação entre a anomalia e a técnica de reparação;

• 1 - pequena relação: técnica de reparação adequada, dentro de determinadas limitações de aplicabilidade, para reparar a anomalia ou eliminar a(s) causa(s) da sua ocorrência;

• 2 - grande relação: técnica de reparação mais adequada para reparar a anomalia ou eliminar a(s) causa(s) da sua ocorrência.

Considerando que não existe uma relação biunívoca entre as anomalias registadas e as técnicas de reabilitação possíveis, existirá sempre uma escolha entre várias hipóteses, cuja decisão final caberá à entidade que suportará os custos da operação. Poderá até acontecer que duas técnicas com grande relação com a ocorrência patológica em causa se complementem, sendo vantajosa a aplicação de ambas na mesma situação, para correção das anomalias ou eliminação das causas. No caso de dois tipos de técnicas revelarem resultados semelhantes, a opção deve recair, após uma análise técnico-económica, naquela que menos custos imputar ao cliente (adaptado de [82]).

Em alguns casos, poderá até ser mais vantajosa a substituição total do sistema de caixilharia, seja por razões energéticas, acústicas, de falta de peças de substituição ou de avançado estado de degradação. No caso das operações de reabilitação superarem o custo de um novo conjunto de caixilharias com melhor desempenho, deverá ser tomada a opção de substituição das caixilharias (salvo casos de património protegido, ou em que outras condicionantes se imponham).

A seleção das técnicas indicadas deverá no entanto ser acompanhada de uma análise da viabilidade económica de cada intervenção, integrando: a avaliação da extensão da(s) anomalia(s); a vida útil remanescente estimada da caixilharia; os custos da recuperação em função do valor estimado da caixilharia; a urgência da intervenção; os riscos para os utentes; as pretensões do cliente e os condicionalismos associados ao

Tabela 4.5: Matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação.

Matriz de correlação anomalias- técnicas de reabilitação															
R/A	AC-1	AC-2	AD-1	AD-2	AO-1	AF-1	AF-2	AF-3	AQ-1	AQ-2	AQ-3	AM-1	AE-1	AE-2	AI-1
R.A1	1	1	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2
R.A2	1	1	2	1	0	2	2	0	0	0	0	1	1	2	2
R.A3	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
R.F1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	2	1	0	1	0	1
R.F2	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	0	1
R.F3	0	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	0	0	0	1
R.P1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
R.P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
R.P3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	2	2	1
R.P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
R.P5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0
R.P6	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
R.P7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
R.P8	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2
R.P9	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
R.P10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
R.P11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1
R.V1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
R.V2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
R.V3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

conjunto dos trabalhos [82]. Esta análise é exemplificada na Tabela 4.6

4.5 Fichas de reparação

Associadas e em complemento das várias técnicas de reabilitação apresentadas neste capítulo, existem fichas de reparação (Tabela 4.7a) que seguem o modelo e o conteúdo adoptado em trabalhos anteriores ([73]; [67]; [82]; [65], entre outros). A informação presente nas diversas fichas de reabilitação pode ser sintetizada nos seguintes pontos:

- identificação da técnica (de acordo com a nomenclatura definida na Tabela 4.1);

- número da ficha de reabilitação;

- ilustração representativa da técnica em causa, ou de casos de aplicação;

- designação da técnica;

- elementos do sistema de caixilharia aos quais se aplica a técnica (respeitando o disposto na Tabela 4.3);

- materiais aplicados na reabilitação;

- equipamentos e ferramentas necessárias à sua execução;

- descrição faseada das várias etapas de aplicação das diferentes técnicas de intervenção, bem como da conjugação com técnicas complementares;

- mão de obra necessária, e prazo de execução estimado para uma caixilharia - tipo;

- custo estimado da reabilitação de uma caixilharia - tipo;

- limitações específicas de cada caso, material e tipologia relacionadas com a técnica em análise;

- apresentação das principais referências bibliográficas relacionadas com a técnica apresentada.

Há no entanto a necessidade de afirmar que as estimativas de custo, prazo de execução e mão de obra têm apenas um carácter indicativo. Como é afirmado em [66], a intervenção de reabilitação tem caraterísticas distintas da realização de construção nova, as quais são impeditivas da realização de orçamentos e estimativas de custos de intervenção fiáveis. Entre elas, pode-se citar as seguintes [82]:

- necessidade de efetuar trabalhos de diagnóstico e inspeção preliminares;

Tabela 4.6: Exemplo de correlação anomalia - técnica de reparação.

Ficha de correlação anomalia-técnica de reabilitação			Anomalia
			A.Q2- Dobradiças danificadas
Técnica de reabilitação	Resumo dos trabalhos	Custo estimado	Resultado expectável
R.T1- Afinação ou substituição de dobradiças	Para afinação: 1. Desmontagem, limpeza e lubrificação dos componentes; 2. Montagem e reaperto de todas as fixações; 3. Afinação dos parafusos de ajuste; Para substituição: 1. Desmontagem das peças originais; 2. Montagem e afinação das peças de substituição.	Afinação: 0 € / Substituição: 10 €	A aplicação desta técnica de reabilitação visa exclusivamente a reparação de dobradiças. Resulta assim da sua aplicação a restituição das dobradiças ao seu estado normal de serviço, não estando no entanto assegurada a resolução das causas que causaram o seu estrago em primeiro lugar
R. A3- Reposição de elementos degradados ou em falta	Colocação no sítio devido de elementos com elevado grau de desgaste, que tenham sofrido corrosão ou outro tipo de ataques destrutivos. Reposição de peças que estejam em falta como parafusos, cremonas, manetes, pregos, limitadores de abertura ou outras ferragens.	De 0.5 a 10 €	A reposição de peças em falta nas dobradiças e nos seus sistemas de fixação, bem como nas restantes ferragens que apresentem problemas de funcionamento pode não só devolver as dobradiças ao seu normal estado de funcionamento como também eliminar as causas do seu dano.
R.T3- Instalação de ferragens complementares	1. Furação do aro e do vão em profundidade suficiente para a instalação dos parafusos de fixação; 2.Colocação da parte fixa da dobradiça, solidamente fixada com parafuso ao aro e vão; 3. Furação da folha móvel; 4.Colocação da parte móvel da dobradiça na folha da caixilharia. 5. União das dobradiças e verificação de funcionamento.	10 €	A instalação de ferragens complementares vem dividir o esforço da movimentação das folhas móveis por mais pontos de fixação. Não atuando diretamente na reparação da anomalia, esta técnica pode no entanto atuar na resolução da sua causa. A instalação de novas dobradiças deve ocorrer apenas quando ocorrem erros de projeto ou para reforço da solidez e segurança.
R.P1 - Reparação de zonas degradadas por corrosão	1. Aplicação de decapantes para remoção de pinturas; 2. Lixagem dos detritos produzidos pelo processo de corrosão até atingir o metal são; 3. Aplicação de um primário de proteção e espessamento; 4. Aplicação da pintura de acabamento	15 €	Embora este tipo de técnica na maior parte dos casos não atue na anomalia, pode atuar nas suas causas. Muitas vezes a corrosão provoca um aumento de volume no revestimento da caixilharia que causa dificuldades na operação das folhas móveis e força as ferragens. Fruto desta tensão podem ocorrer necessidades de reparação constantes que apenas ficarão solucionadas com a sua remoção.

- condições de execução dificultadas;
- incerteza no volume e tipo de trabalho final;
- constatação de que a intervenção não é totalmente adequada à eliminação das causas das anomalias;
- necessidade de mão de obra especializada que ainda escasseia.

Para além destes fatores, existem estimativas baseadas num modelo - tipo de caixilharia apresentado no capítulo 5 deste trabalho, com base no tratamento estatístico da amostra, isto faz com que possa existir uma grande variação do custo de algumas técnicas com o aumento de dimensões, a alteração dos materiais e elementos, ou até alteração do posicionamento ou sistemas de fixação dos vários componentes.

A totalidade das fichas de reparação propostas neste trabalho encontra-se no Anexo L.

Tabela 4.7: Exemplo de ficha de reparação.

FICHA DE REPARAÇÃO R.A3

DESIGNAÇÃO	**Substituição de elementos degradados ou em falta:** **a)** Parafusos; **b)** Elementos do sistema de fecho; **c)** Elementos do sistema de dobradiças; **d)** Elementos de fixação; **e)** Conectores de elementos; **f)** Outros.	
ELEMENTO	Ferragens ou acessórios.	
MATERIAIS A APLICAR		
Elemento a substituir.		
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
Ferramentas manuais e óleo de limpeza e dissolução.		
DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO		
a) 1 – Remover o elemento degradado com recurso à chave apropriada e a óleo de limpeza e dissolução caso necessário; **2** – Limpar a zona de introdução do novo parafuso e aplicar proteção galvânica se necessário; **3**– Introduzir novo parafuso de características semelhantes ao original; **b) 1** –Remover elemento estragado manual ou mecanicamente; **2** – Instalar elemento de substituição equivalente; **3** – Testar o funcionamento do conjunto de modo a verificar a necessidade de afinações adicionais; **c) 1** – Retirar elementos degradados existentes; **2** – Aplicar elementos novos; **3** – Afinar de acordo com o necessário; **4** – Verificar funcionamento e olear; **d) 1** – Remover elementos de fixação do aro degradados; **2** – Verificação do furo de fixação; **3** – Introdução do novo elemento de fixação garantindo o seu encastramento (se necessário utilizar colas epóxidas); **e) 1** –Remoção dos elementos a unir; **2** – Remoção do envidraçado se necessário e desmontagem dos caixilhos; **3** – Troca do conector degradado e verificação dos restantes; **4** – Montagem do sistema; **f) 1**- Remoção do elemento degradado; **2**- Colocação do novo elemento, semelhante ao original.		

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO
1 operário x 0,1 hora
CUSTO ESTIMADO
De 1 a 10 euros / peça.
RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS
a) Caso se verifique que a degradação prematura do parafuso se deveu à corrosão galvânica do mesmo, deve proceder-se à instalação de uma capa protetora, de modo a evitar a repatologia; **b)** Se a danificação do sistema de fecho se dever à fragilidade do mesmo face à utilização que lhe é dada, deve prever-se a substituição por um elemento mais robusto, ou até a instalação de um novo sistema de fecho / abertura; **c)** Caso a degradação das dobradiças se deva a excesso de peso das folhas móveis, deve ser peerevista a instalação de dobradiças adicionais, semelhantes às originais, evitando assim a repatologia; **d)** A degradação dos elementos de fixação da caixilharia ao vão é muitas vezes causada por corrosão dos mesmos, sendo que os elementos novos devem ser inoxidáveis.
LIMITAÇÕES
No caso de existirem vários elementos degradados no sistema de fecho, no sistema de dobradiças ou de fixação, pode ser aconselhável a substituição de todos os elementos por elementos com características superiores. Se existir dificuldade em encontrar peças de substituição deve ser considerada também essa hipótese.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
ABCI, 1992; CARDIGO, 2012; GOMES, 2007; BATISTA GOMES 2012;

4.6 Síntese do capítulo

Da pesquisa efetuada para a elaboração deste capítulo, e do contacto com empresas do sector, pode-se concluir que a reabilitação de caixilharias no mercado nacional apenas existe no caso de património classificado ou em centros históricos de cidades. E até nestes casos a opção tem sido muitas vezes a substituição geral das caixilharias por sistemas novos em materiais diferentes, sendo a única preocupação a da aparência estética ser semelhante na caixilharia adoptada e na original, ao invés de uma reabilitação que deve ser enquadrada por bases orientadoras próprias que considerem as suas especificidades e contribuam, deste modo, para a preservação responsável do valor cultural [85].

Neste sentido, a reabilitação de caixilharias é uma área sem expressão no panorama nacional, não havendo por parte das empresas ou dos donos de obra uma preocupação com a manutenção dos sistemas de caixilharia, sendo esta na maior parte das vezes uma manutenção curativa quando existe uma falha no sistema de caixilharias, do que propriamente uma manutenção preventiva. No mesmo sentido, existe a substituição total da caixilharia quando esta apresenta danos estéticos incompatíveis, ou perda de características funcionais, ao invés da sua reabilitação e retorno ao estado de serviço normal.

A excepção a este ciclo parecem ser os proprietários informados de alguns tipos de caixilharias de madeira, que realizam frequentemente manutenções preventivas aconselhadas pelos fabricantes, tendo conseguindo excelentes resultados de aspecto e durabilidade nas suas casas. Parece assim que a adopção de uma estratégia conjunta de manutenção / reabilitação preventiva e curativa atempada podem trazer benefícios aos possuidores de sistemas de caixilharias.

Urge assim uma sensibilização não só do consumidor final, como também dos fabricantes de caixilharias para os diversos métodos de reabilitação, para o seu fomento e para a maior formação dos mesmos nesta área.

Capítulo 5

Validação do sistema e tratamento estatístico dos dados recolhidos

5.1 Introdução

Pretende-se confirmar neste capítulo as anomalias e técnicas de reabilitação sugeridas nos capítulos anteriores. Isto será conseguido através do tratamento estatístico de material recolhido em inspecções *in situ* realizadas em 295 sistemas de caixilharias exteriores, de portas e janelas localizadas em 96 edifícios diferentes.

O resultado dessas inspecções foi registado em "fichas-tipo", que podem ser observadas no Anexo M. Estas fichas são diferenciadas em três funções, sendo a primeira destinada a registar a localização e os dados do edifício, dados da fachada onde se insere a caixilharia em análise e os dados da própria caixilharia. A segunda função é referente ao registo das anomalias e das causas mais prováveis para cada uma delas, enquanto que a terceira função é realizada por fichas onde são sugeridas as técnicas de reabilitação a adoptar de modo a devolver a caixilharia ao seu estado normal de funcionamento.

A primeira função é assim desempenhada pelas fichas de inspecção, enquanto que a segunda e terceira são desempenhadas pelas fichas de validação. As fichas de validação são assim baseadas nas Tabelas 3.1 e 4.1, e são preenchidas tendo apenas como base uma inspecção visual *in situ* dos sistemas de caixilharias, não sendo possível uma análise mais pormenorizada em laboratório, ou a realização de ensaios que permitissem conclusões mais aferidas. Destas inspeções, resulta a maior quantidade de informação possível, e é um ponto de partida para estudos mais aprofundados [86]. Do mesmo modo, as técnicas de reabilitação sugeridas não são efetivamente aplicadas de modo a poder estudar o resultado final da sua aplicação, mas são apenas sugeridas tendo como base as anomalias registadas. As anomalias e técnicas de reabilitação registadas foram resultado da cooperação entre o autor deste trabalho e o autor de [5].

A identificação das datas de instalação das caixilharias analisadas, bem como as datas referentes a possíveis manutenções foram em muitos casos impossíveis de registar com rigor, pelo que se recorreu a relatos de elementos antigos que trabalhavam nas unidades visitadas. Tentou-se diligenciar esforços para que as datas apontadas tivessem uma margem de erro de dois anos. Contudo, os autores deste estudo não garantem este grau de aproximação em todos os casos.

A informação recolhida foi dividida de acordo com as unidades onde se encontrava e com o material de que era constituída. Neste sentido, foi utilizada a designação A _ _ para caixilharias em alumínio, M _ _ para caixilharias em madeira, F _ _ para sistemas de ferro / aço e P _ _ para PVC. Existia também a designação O _ _, destinada a outro tipo de materiais, que no entanto não foi necessária. Este sistema classificativo teve

como base os trabalhos desenvolvidos por [65] e [82], entre outros.

O tratamento estatístico que se segue pretende assim realizar uma análise ao estado geral das caixilharias analisadas em onze unidades militares, aferir a matriz de correlação anomalias - técnicas de reabilitação sugerida no Capítulo 4, e complementar a informação recolhida através de uma análise aprofundada dos dados. Espera-se assim que este estudo permita tirar algumas conclusões inovadoras acerca da reabilitação de sistemas de caixilharia, matéria ainda pouco estudada em Portugal. Pretende-se também que os dados recolhidos possam ser úteis ao Exército e às Forças Armadas de um ponto de vista de manutenção e reabilitação das suas infra-estruturas.

5.2 Plano de inspeções

Para o plano de inspeções, optou-se por utilizar a amostra de caixilharias existentes nas Forças Armadas, de modo a proporcionar um estudo das necessidades de reabilitação e principais anomalias encontradas nas instalações das diversas unidades visitadas. Este plano consistiu assim na visita de 12 aquartelamentos, sendo 11 do ramo Exército e 1 do ramo Força Aérea.

Houve a preocupação de incluir neste plano de inspeções caixilharias dos principais materiais utilizados em Portugal, de modo a obter uma amostra representativa também do panorama nacional. Neste sentido, foram analisadas caixilharias em alumínio, madeira, aço / ferro e PVC. Foram assim vistoriadas, avaliadas e registadas fichas de inspeção e validação sobre 295 caixilharias, seguindo o modelo de análise adoptado por [73], [87], [74], [82], [65], entre outros.

As inspeções, de acordo com os autores acima mencionados, podem ser de vários tipos, identificados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Identificação e caracterização das diferentes formas de inspeção (adaptado de [73]; [87]; [74]; [82]; [65].

Periocidade	Tipo de inspeções	Periocidade mínima/máxima	Objetivo	Metodologia
Periódica	Correntes	3 a 12 meses	Detetar anomalias de rápida evolução; monitorizar anomalias detetadas em inspeções anteriores.	Detetar anomalias de rápida evolução; monitorizar anomalias detetadas em inspeções anteriores.
	Detalhadas	3 a 5 anos	Monitorizar anomalias detetadas em inspeções anteriores, detetar a sua extensão, gravidade e causas.	Observação visual do sistema de caixilharia; execução de ensaios *in situ* e em laboratório; pessoal especializado.
Não periódica	Pós-intervenção	-	Verificar casos de degradação precoce da caixilharia, ou erros de execução de técnicas de reabilitação.	Observação visual da caixilharia; recurso a testes simples; reduzidas necessidades de equipamento.

As inspecções periódicas correntes em caixilharias são intervaladas de períodos diferentes, consoante o material que as compõe, devendo ser seguidas as indicações do fabricante, ou as indicadas no Capítulo 3. Deve no entanto ser sempre realizada uma inspecção no fim da estação quente (Agosto, Setembro), de modo a garantir que a caixilharia está nas melhores condições para enfrentar a estação fria e de maior pluviosidade. No caso deste estudo, as inspecções foram realizadas em Julho, o que pode ter influenciado a amostra.

As inspecções detalhadas devem ser realizadas quando se pretende implementar operações de reabilitação ou substituição da caixilharia. Estas inspeções obrigam a maiores custos, a pessoal especializado e, em

muitos casos, ao uso de equipamentos de diagnóstico. Permitem assim o levantamento detalhado do estado de conservação das caixilharias analisadas, permitindo saber exatamente qual o procedimento a adoptar de modo a reabilitar, ou a um análise informada sobre a sua substituição.

A utilização das inspeções de pós-intervenção deve incidir sobre a verificação da eficácia das soluções de reabilitação aplicadas, de modo a detetar repatologias, ou novas causas que não tinham sido analisadas anteriormente. O período de espera para a realização destas inspecções deve ser de cerca de um ano [82].

A metodologia de actuação é função da degradação observada, dos padrões de qualidade exigidos, das necessidades de manutenção, da gravidade das anomalias e dos recursos financeiros disponíveis ([67]; [88]; [68]; [82]), sendo que o plano de inspeções apresentado, quando inserido numa estratégia pró-activa de manutenção (preventiva ou predictiva), permite minimizar os custos totais inerentes ao edifício [74] [68] [82].

5.2.1 Fichas de inspeção

As fichas de inspeção são instrumentos que permitem registar a identificação do edifício a que pertence a caixilharia, a caraterização da caixilharia a analisar e a descrição dos agentes agressores tais como a proximidade à costa, a orientação da fachada e a zona climática e de ventos. Isto permite ao inspetor um registo registo sistemático de todos os dados relevantes, de modo a facilitar o tratamento estatístico. Tornam-se assim uma ferramenta útil na determinação das causas das diferentes anomalias, contribuindo assim também para a escolha das técnicas reabilitativas a adoptar.

Como referido, as fichas de inspeção e validação tipo desenvolvidas encontram-se apresentadas em anexo (Anexo M), e têm por base o trabalho desenvolvido por [67], [82], [65], entre outros. Faz-se de seguida a referência sucinta dos vários campos de relevância estatística para o tratamento dos dados, considerados nas fichas de inspeção. São eles:

1- São registadas as condições climatéricas no momento da inspecção, preenchendo os seguintes campos:

1.1- Temperatura;

1.2- Pluviosidade;

1.3- Humidade.

2 - Para cada edifício é gerado um nome identificativo e preenchidos os seguintes campos:

2.1 - Localização;

2.2 - Altitude;

2.3 - Tipo de utilização da divisão onde se encontra a caixilharia em análise;

2.4 - Ano de instalação das caixilharias;

2.5 - Caraterização construtiva do edifício;

2.6 - Número de pisos acima do solo a que se encontra a caixilharia;

2.7 - Zona térmica (Inverno / Verão);

2.8 - Zona de vento;

2.9 - Rugosidade aerodinâmica;

2.10 - Exposição a agentes poluentes;

2.11- Tipo de envolvente (urbana, marítima, rural);

2.13 - Contatos efectuados e respectivos nomes;

2.14 - Notas relevantes.

3- Dados relevantes à caixilharia em análise:

3.1- Código identificativo (A _ _ - alumínio; M _ _ - madeira; F _ _ - ferro / aço; P _ _ - PVC);
3.2 - Função (Porta / Janela);
3.3 - Orientação da fachada em que se insere (Norte / Sul / Este / Oeste);
3.4 - Exposição do vão ao vento (Protegido / Exposto);
3.5 - Condições de sombreamento (Sim / Não);
3.6 - Posição no vão da fachada (Central / Periférica);
3.7 - Cota do vão acima do terreno (m);
3.8 - Dimensões do vão (h x l) (m);
3.9 - Material de que é constituída a caixilharia;
3.10 - Tipo de revestimento utilizado (tinta, verniz, velatura, lacagem, anodização ou sem revestimento);
3.11 - Tipologia (fixa, batente, basculante, entre outros);
3.12 - Tipo de preenchimento (envidraçado simples, duplo, gradeado, lâminas opacas ou outros);
3.13 - Divisão fonte de vapor de água (Sim / Não);
3.14 - Intervenções posteriores de manutenção (Sim / Não);
3.15 - Existência de marcação CE (Sim / Não);
3.16 - Notas relevantes.

4- Manutenção:
4.1 - Tipologia da intervenção efetuada;
4.2 - Periocidade das inspeções e/ou das intervenções efetuadas;
4.3 - Caraterização sumária das intervenções efetuadas (Data / Código / Técnica utilizada / Materiais aplicados).

5- Campo reservado para observações diversas, consideradas relevantes por parte do técnico que efectua a vistoria.

A obtenção de dados observáveis *in situ* é facilmente conseguida com recurso apenas a fitas métricas e bússola. No entanto, os dados relativos à história do edifício, bem como às operações de manutenção relativas à caixilharia podem ser em muitos casos difíceis de obter. A ausência de arquivos relativos às operações de substituição, manutenção ou inspeção das caixilharias pode condicionar em muito o trabalho efetuado.

Neste casos, deve-se diligenciar junto de pessoas conhecedoras do mais longo período possível da história do edifício, para que oralmente transmitam as informações possíveis. Embora não seja uma fonte totalmente fiável e fidedigna, pode em muitos casos permitir balizar um período possível para as operações. O próprio estado de conservação dos elementos pode permitir inferir a qualidade e os tipos de manutenções efetuadas em alguns casos.

No Anexo M, é ainda apresentada uma ficha de inspeção devidamente preenchida, de modo a permitir uma melhor compreensão dos dados registados neste trabalho.

5.2.2 Fichas de validação

As fichas de validação complementam as fichas de inspeção na medida em que registam os dados que permitem a validação do sistema de reabilitação proposto nesta dissertação e em [5]. Neste sentido, a cada vistoria e a cada ficha de inspeção está associada uma ficha de validação, que permite ao técnico registar as anomalias detetadas e a sua caraterização, bem como as técnicas de reabilitação propostas para a reparação das mesmas.

Estas fichas de validação têm também como base as fichas de validação realizadas em trabalhos anteriores, sendo eles [67], [82], [65], [68], entre outros. Devem à semelhança das fichas de inspeção ser preenchidas para cada caixilharia analisada e qua apresente anomalias. As fichas de validação utilizadas nesta dissertação têm a seguinte constituição:

Cabeçalho - número da ficha de validação, data em que a inspeção ocorreu, código da caixilharia em análise;

1 - Anomalias detetadas - serão registadas neste campo as anomalias observadas pelo técnico, tendo em conta o código e a caraterização referidos no Capítulo 3 da presente dissertação, existindo também um campo para notas consideradas relevantes;

2 - Caraterização das anomalias - este campo foi desenvolvido por Santos [5] e o seu preenchimento sai fora do âmbito desta dissertação, ficando a cargo do referido autor, uma vez que se insere no âmbito da sua dissertação;

3 - Causas prováveis - este campo foi desenvolvido por Santos [5]) e o seu preenchimento sai fora do âmbito desta dissertação, ficando a cargo do referido autor, uma vez que se insere no âmbito da sua dissertação;

4 - Métodos de diagnóstico - este campo foi desenvolvido por Santos ([5]) e o seu preenchimento sai fora do âmbito desta dissertação, ficando a cargo do referido autor, uma vez que se insere no âmbito da sua dissertação;

5 - Técnicas de reabilitação - este campo destina-se à recomendação das técnicas mais adequadas para a reabilitação da caixilharia em estudo, tendo em consideração os campos 2, 3 e 4. Esta escolha será feita tendo por base as técnicas sugeridas no capítulo 4 desta dissertação. Está ainda previsto um campo destinado a possíveis notas consideradas relevantes para cada caso.

No Anexo M, é também apresentada uma ficha de validação devidamente preenchida, de modo a permitir uma melhor compreensão dos elementos referidos acima. O correto preenchimento destas fichas para uma amostra de dimensão significativa permitiu proceder à posterior validação dos sistemas de classificação propostos [65].

5.3 Validação do sistema classificativo das técnicas de reabilitação

As diversas inspeções a caixilharias levadas a cabo no trabalho de campo permitem agora efetuar a validação do sistema classificativo proposto. Assim, as fichas de inspeção e validação devidamente preenchidas vão permitir calibrar a matriz de correlação anomalias-técnicas de reabilitação proposta nesta dissertação.

O plano de inspeções efetuado contemplou a inspeção de 295 caixilharias com ocorrências anómalas, selecionadas aleatoriamente, mas de maneira a incluírem uma amostra razoável dos materiais e sistemas mais utilizados em Portugal. O trabalho de campo consiste assim em detetar e registar as anomalias presentes nas várias caixilharias, bem como a prescrição das operações de reabilitação que irão permitir atingir de novo o estado de serviço inicial. Foram assim registadas 919 anomalias, às quais foram associadas 1018 técnicas de reabilitação. De modo a comparar com trabalhos realizados anteriormente, foi obtida uma média de 1,1 técnicas de reabilitação preconizadas por anomalia, o que se aproxima de [68] e [82] (com 1,3), entre outros, ficando no entanto distante do valor obtido por [67] (2,3) e [65] (3,64).

A aproximação do valor obtido à unidade prende-se com o facto de as técnicas de reabilitação serem direcionadas exatamente para a reabilitação específica das anomalias encontradas. Assim, a cada anomalia

corresponde normalmente uma e apenas uma técnica de reabilitação. O maior valor verificado pode prender-se com a prescrição em alguns casos de técnicas de manutenção, como operações de limpeza ou afinação de ferragens, não existindo motivo suficiente para o registo de anomalias com elas relacionadas. Esta situação existe também pela notória falta de manutenção da maioria das caixilharias inspecionadas, podendo não ocorrer no caso de existirem manutenções periódicas e inspecções programadas.

Na maioria das situações, foi efetivamente selecionada a técnica de reabilitação que atua sobre a anomalia detetada. Podem no entanto ser tomadas outras opções pelo responsável pela reabilitação, até opções não contempladas nas técnicas selecionadas neste trabalho, como por exemplo a substituição da caixilharias, a instalação de uma nova caixilharia, entre outras. No entanto, as opções de reabilitação escolhidas devem ser aquelas que permitem a restituição das propriedades do sistema de caixilharia inspecionado do ponto de vista técnico - económico mais favorável. A frequência absoluta das técnicas de reabilitação prescritas em função da amostra pretendida é exposta na Figura 5.1.

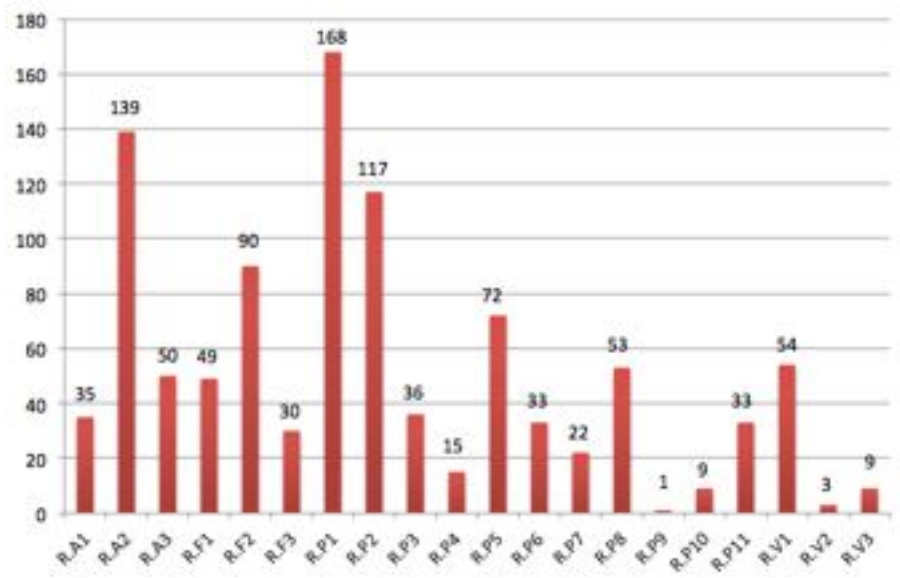


Figura 5.1: Frequência absoluta das técnicas de reabilitação preconizadas para a amostra analisada (ver Tabela 4.1).

Analisando a Figura 5.1, pode-se constatar que a técnica R.P1 (limpeza geral da caixilharia) foi a mais prescrita com 168 ocorrências, o que pode dever-se ao facto de, na generalidade dos casos, as caixilharias analisadas se encontrarem em estado de notória falta de manutenção e operações de limpeza. A prescrição desta técnica não foi acompanhada no entanto pela anomalia A.M1 (acumulação de detritos e vegetações parasitárias), pois considerou-se que, para o registo deste tipo de anomalia, a acumulação de detritos na caixilharia teria de ser em num grau onde prejudicasse notoriamente o estado de funcionamento da janela. Já a realização de operações de limpeza, deveria ser realizada periodicamente e em caso de necessidade evidente, o que não se verificou nos casos assinalados sendo portanto registada a sua necessidade.

A técnica R.P1 (limpeza geral da caixilharia) é seguida em frequência absoluta pela técnica R.A2 (reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes) com 139 ocorrências. Não sendo a substituição de mastiques uma técnica usual de manutenção mas sim de reparação preventiva, a par da ocorrência de 139 anomalias A.D1 (descolamento / desprendimento de mastiques ou cordões de estanqueidade), pode concluir-se que na amostra analisada os mastiques e as borrachas de vedação são os elementos com menor vida útil dos sistemas de caixilharias. Neste sentido, deve existir uma maior procura de soluções duráveis e robustas para a reabilitação destas caixilharias, de modo a diminuir o risco de repatologia e a ocorrência

deste tipo de anomalias.

A técnica com o terceiro maior volume de ocorrências é a R.P2 (reparação de revestimentos), com 117 prescrições. Esta técnica aparece associada à ocorrência de pequenos danos localizados nos revestimentos dos diversos tipos de caixilharias, e a pequenos defeitos e irregularidades na camada de proteção, registados pela anomalia A.E1 (164 registos). Em associação a esta técnica, aparece a técnica R.P5 (repintura da superfície) com 72 ocorrências e em quinta posição de ocorrências. Esta técnica é aplicada em casos onde o dano existente na camada de revestimento é demasiado extenso, ou demasiado profundo para uma simples reparação, estando também associado a outras anomalias (A.E2: degradação dos materiais). A elevada ocorrência destas duas técnicas pode estar relacionada com o elevado número de revestimentos em tinta inspeccionados (134), normalmente sem manutenção e com tintas antigas e de fraca qualidade.

Verificaram-se ainda 90 situações onde a aplicação da técnica R.F2 (afinação ou substituição do mecanismo de abertura / fecho) foi prescrita, associada a 99 ocorrências da anomalia A.Q3 (mecanismos de fecho danificados), ocupando a quarta posição ao nível das técnicas mais recomendadas. Pode-se assim inferir que, após os mastiques e borrachas de estanqueidade, são os mecanismos de abertura / fecho a fonte de mais ocorrências anómalas e da aplicação de técnicas de reabilitação. Esta elevada ocorrência pode ser associada ao facto de serem raros os casos onde existia marcação CE, que obriga à realização de testes aos mecanismos, e de a maioria das janelas estar sujeita a altos níveis de utilização decorrentes da utilização diária dos espaços. Verifica-se assim a necessidade de adoptar mecanismos mais robustos, nomeadamente nos casos onde existem dispositivos de controlo remoto. As nove anomalias registadas a mais podem corresponder à adopção de outras técnicas, como a R.A3 (substituição ou reposição de elementos degradados ou em falta) por exemplo.

Na sexta posição de frequências, com 54 ocorrências, aparece a técnica R.V1 (substituição do envidraçado). Embora esta técnica contemple situações onde se justifique a troca do envidraçado por um desempenho superior, esta situação raramente foi tida em consideração, correspondendo a totalidade das ocorrências a situações onde existiam danos que justificavam a substituição por uma unidade nova. Neste sentido aparece exatamente associada à ocorrência de 54 anomalias do tipo A.Q1 (vidros quebrados). Esta situação é espelho da realidade da falta de manutenção e do estado de degradação da amostra analisada.

No sétimo lugar de frequências absolutas, está a técnica de reabilitação R.P8 (substituição de caixilhos ou bites) com 53 registos. Sendo uma técnica de difícil execução e de resultados não garantidos, a substituição de elementos de caixilharia apenas deve ser prescrita em casos onde se justifique a sua aplicação, devendo ser cuidadosamente analisada a sua viabilidade. Na maioria destes casos, existiam podridões ou corrosão num estado avançado em apenas um elemento da caixilharia, pelo que seria justificável a sua substituição. A elevada frequência desta técnica pode dever-se ao estado de degradação e ao elevado número das janelas de madeira e ferro analisadas (32,5% e 16,6% da amostra analisada, respetivamente), não sendo a sua ocorrência tão comum em outros tipos de amostras. Sentiu-se alguma dificuldade na sua escolha, pelo que a sua adopção deve ser acompanhada da opinião de um técnico especializado, devido à especificidade de cada sistema e de cada material.

A técnica R.A3 (substituição de elementos degradados ou em falta), com 50 casos de possível aplicação, reflete que cerca de 5% das técnicas de reabilitação de caixilharias se limitam à aquisição e instalação de pequenos componentes em falta ou degradados. Em diversas situações, seriam apenas parafusos sujeitos a fenómenos de corrosão galvânica, onde a sua substituição poderia impedir o avanço do estado de degradação da caixilharia em geral, ou a perfeita operação das dobradiças ou de sistemas de abertura / fecho. Vulgarmente, as peças em falta serão pingadeiras, destinadas a bloquear a entrada de vento e água pelos orifícios drenantes, que são facilmente adquiridas no fornecedor, e colocadas na sua posição original, evitando infiltrações de água e ar indesejadas, bem como a entrada de pequenos insectos ou possíveis

colonizações biológicas.

A aplicação da técnica R.F1 (afinação ou substituição de dobradiças) foi sugerida em 49 situações, demonstrando que, na maioria das situações, as dobradiças se encontravam em bom estado de funcionamento, sendo apenas necessária a lubrificação e afinação das partes. A substituição apenas foi recomendada em casos onde o material que as constitui sofreu uma degradação, normalmente fruto de exposição a agentes agressivos. Em alguns casos, era notório que o mau funcionamento destes componentes se devia a casos de má instalação, pelo que uma mais apertada fiscalização pós-obra pode ajudar a diminuir este tipo de ocorrências.

Devido à frequência de situações relacionadas com a corrosão em caixilharias metálicas, a técnica R.P3 (reparação de zonas degradadas por corrosão) foi sugerida em 36 casos. A grande maioria destas ocorrências acontece em caixilharias de ferro / aço, onde a camada de proteção se encontra de alguma maneira degradada ou danificada. Devido à data de instalação estimada para a maioria destas caixilharias, é de mencionar a fraca proteção dada, bem como a fraca qualidade das tintas aplicadas e a provável ausência da aplicação de processos de galvanização.

Quanto à técnica R.A1, foi sugerida a sua aplicação em 35 casos. As borrachas vedantes encontradas, embora na generalidade de melhor qualidade do que os mastiques e as massas de vidraceiro, são ainda a causa de 3,44% das operações de reabilitação sugeridas. Na maioria das situações, a sua substituição resulta de uma má aplicação, que dá posteriormente origem a destacamentos e a espaços vazios. Deve assim existir um maior cuidado da parte dos montadores de janelas, de modo a respeitarem as recomendações dos fabricantes e detentores dos vários sistemas de caixilharias.

A aplicação de betumes em fendas na caixilharia de madeira, correspondente à técnica R.P11, foi sugerida em 33 situações. Esta técnica surgiu como solução para o aparecimento de frestas e fissuras que não poderiam ser eficazmente preenchidas com primários de aderência, bem como para a colmatação de pequenas lacunas e fendas resultantes quer de imperfeições da madeira quer de juntas entre caixilhos e elementos defeituosas.

Também em 33 situações foram detetados elementos com algum tipo de deformação, pelo que foi sugerida a aplicação da técnica de reabilitação R.P6 (reparação de deformações). Embora em algumas situações fosse visivelmente fácil a resolução da anomalia, em outros casos poderia ser necessária a aplicação da técnica R.P8 (substituição de caixilhos), situação que não foi assinalada nos registos dada a falta de conhecimento prático no assunto em questão.

Foram identificadas também 30 situações onde a fragilidade das ferragens aplicadas era evidente, quer ao nível do mecanismo de abertura / fecho, das dobradiças, ou da ligação do aro ao vão. Neste sentido, foi prescrita a técnica R.F3 (instalação de ferragens complementares) que, sendo a técnica do grupo de ferragens com menos aplicação, pode ser a causadora de maiores danos. Na maioria dos casos, havia uma ausência de limitadores de abertura ou uma insuficiência de dobradiças para o peso das folhas móveis. Estas duas situações podem causar o desprendimento das folhas móveis, causando elevados gastos de reparação e possivelmente danos físicos aos utilizadores. Em alguns casos, era também notória a fragilidade da ligação do aro ao vão, fruto da degradação dos elementos de solidarização.

A operação R.P7 (limpeza, reparação ou execução de rasgos drenantes) foi sugerida em 22 caixilharias analisadas, cabendo-lhe assim 2,16% das operações preconizadas neste trabalho. Esta situação é contrária à esperada, pois era previsto que existisse uma maior quantidade de rasgos drenantes com detritos e em mau funcionamento. A ausência de pingadeiras não foi assim contabilizada como uma reparação de rasgos drenantes, mas sim como um elemento em falta, o que pode também ter baixado este registo.

Segue-se a técnica R.P4 (execução de próteses) com 15 ocorrências. Devido à sua especificidade ao nível dos materiais (madeira e ferro) e ao nível do tipo de anomalia detetada, era já esperada a baixa incidência

da sua prescrição. Ainda assim, é justificada a sua execução na resolução de 1,5% das ocorrências, o que, face às alternativas da execução de R.P8 (substituição de caixilhos) ou à substituição integral da caixilharia, se torna uma opção perfeitamente viável. No caso da madeira principalmente, em ambientes húmidos ou onde o tipo de madeira utilizada seja mais propenso ao aparecimento de podridões, pode tornar-se uma técnica de elevada aplicabilidade, tornando-se assim bastante mais útil.

As técnicas R.P10 (aplicação de hidrofugantes e/ou anti-fúngicos) e R.V3 (aplicação de dispositivos de ventilação) foram registadas em apenas nove situações. No caso da R.P10, era uma situação já esperada devido às caraterísticas das caixilharias analisadas. Poderia existir uma análise mais profunda ao nível do tempo de secagem e permanência da humidade na superfície da caixilharia, que permitisse uma melhor perspectiva da necessidade da aplicação destes produtos. Na ausência de tal análise, foi prescrita em casos onde era evidente a exposição das caixilharias a ciclos molhagem / secagem, ou em ambientes marítimos onde a deposição de sedimentos corrosivos é altamente prejudicial ao material. Já a aplicação de anti-fúngicos foi prescrita apenas quando era notória a colonização biológica.

No caso da técnica R.V3, o espetro de ação da mesma, que se limita a espaços com produção de vapor de água e humidade, torna-a altamente específica, e, por conseguinte, de baixa incidência. No entanto, sendo uma técnica que poderá limitar ou eliminar problemas relacionados com condensações interiores mantendo o ar com taxas de humidade mais baixas, é uma técnica viável e de fácil implementação nos casos onde foi apontada.

As técnicas R.V2 e (reparação do envidraçado) e R.P9 (aplicação de perfis de reforço), com três e uma utilizações respetivamente, foram as técnicas menos prescritas. Considerando que a reparação de vidros históricos riscados através de um polimento, ou a aplicação de tintas translúcidas nos mesmos, permitem não só economizar um envidraçado, como a manutenção da identidade histórica de algumas caixilharias, deve permanecer no sistema classificativo. Quanto à aplicação de perfis de reforço, não se observou a sua necessidade na quase totalidade das situações. No entanto, o facto de não se lidar com as várias caixilharias diariamente pode disfarçar a necessidade do referido reforço, pelo que se considera que deve também permanecer no sistema classificativo.

5.4 Validação da matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação

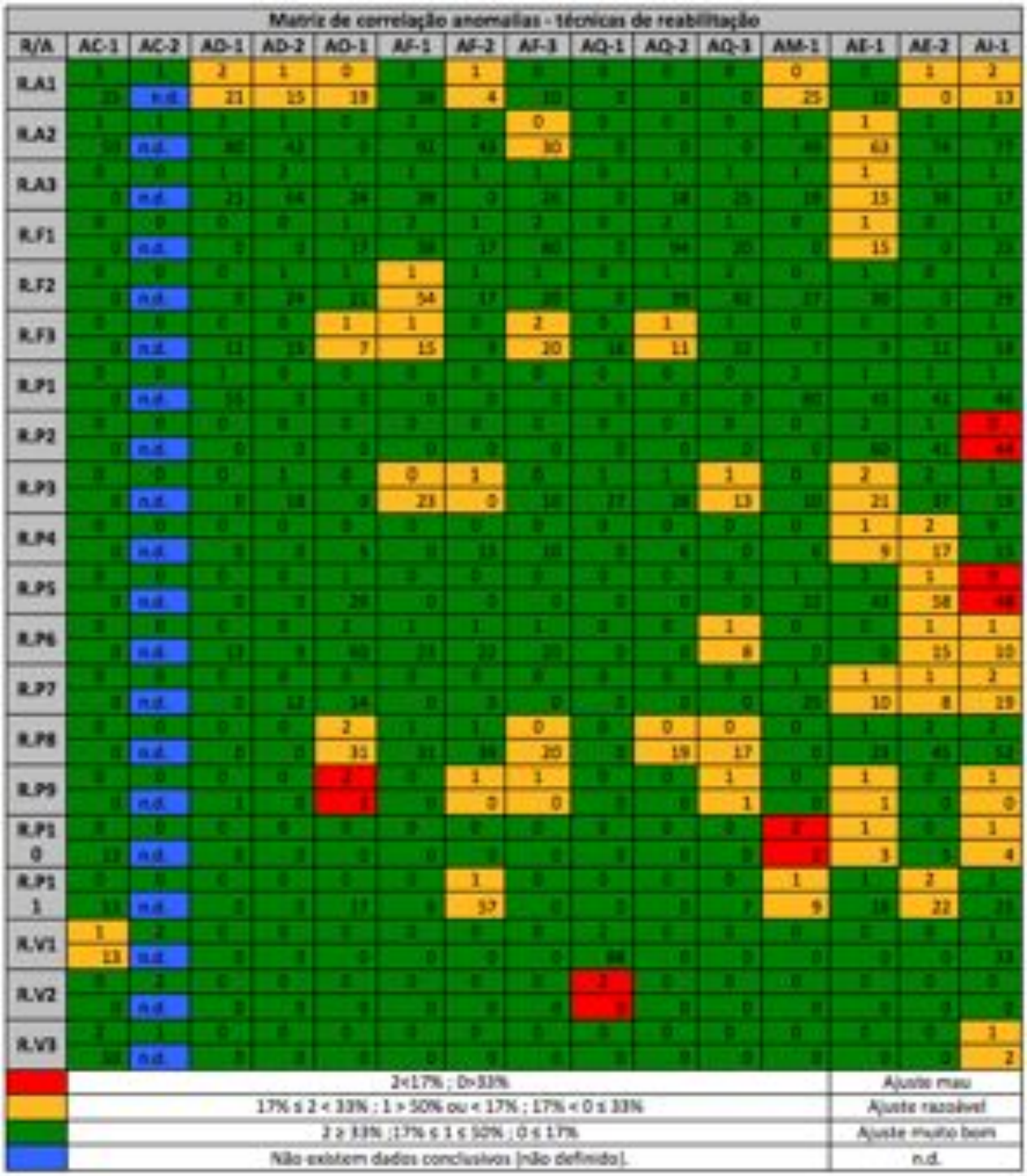
Neste subcapítulo, vai-se proceder à calibração da matriz de correlação teórica realizada com base na bibliografia consultada e nos contactos efetuados, através dos dados obtidos e registados durante as inspeções realizadas no trabalho de campo, agora tratados estatisticamente. Esta comparação vai permitir o aumento do grau de fiabilidade da matriz inicial, uma vez que se espera que existam alterações nas correspondências, de modo a ajustar-se mais ao panorama real observado.

Para este efeito foi elaborada uma tabela de dupla entrada (Tabela 5.2) em que se apresenta na linha superior o grau de correlação apontado pela pesquisa bibliográfica (0 para relação fraca, 1 para relação média e 2 para uma relação forte), e na linha sob este a percentagem de casos na amostra em que determinada técnica foi associada à anomalia em causa. De forma a obter uma melhor percepção dos resultados, preencheu-se as células com cores representativas do grau de ajustamento ([65]; [88]; [80]).

Pela análise da Tabela 5.2, pode concluir-se que em 76% dos casos, o ajuste é muito bom (células verdes), razoável em 15% dos casos (células a laranja) e mau em 2% dos casos (células a vermelho). Foi ainda impossível retirar conclusões em 7% dos casos (células a azul) devido à ausência de anomalias do tipo AC-2 (condensações no interior do envidraçado). Nestes casos, foi mantida a correspondência teórica.

Apesar das restantes correlações se considerarem com correspondências satisfatórias, importa analisar criteriosamente cada uma das situações onde a correspondência não foi a esperada. Deste modo, pode-se proceder posteriormente à alteração da matriz de correlação teórica, com a finalidade de obter uma matriz calibrada e mais fiável.

Tabela 5.2: Comparação entre a matriz de correlação teórica, e o verificado com base na amostra recolhida entre as anomalias e as técnicas de reabilitação ([67]; [88]; [68]; [82]; [65].



Antes de dar início à análise da matriz, importa mencionar que a não existência de anomalias do tipo

A.C2 (condensações no interior dos vidros), não permite tirar qualquer conclusão acerca da relação empírica entre esta anomalia e qualquer uma das operações de reabilitação constantes neste trabalho. Também neste sentido, a baixa frequência das anomalias A.C1(condensações) e A.F3 (desnivelamento entre folhas), pode também condicionar os resultados demonstrados na Tabela 5.2. Segue-se assim a análise das situações onde o valor de correspondência obtido não foi igual ao esperado.

A técnica de reabilitação R.A1 (reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes) foi relacionada teoricamente em grau 2 com as anomalias A.D1 (descolamento / desprendimento de mastiques ou cordões de estanqueidade), A.F1 (folga entre aro e folha) e A.I1 (infiltrações). Apenas a relação R.A1 / A.F1 recebeu a correlação esperada, sendo que, no caso R.A1 / A.D1, esta correlação terá sido afetada pela grande maioria de mastiques degradados da amostra, em que a substituição de mastiques (R.A2) foi tida em detrimento de R.A1 no caso da anomalia A.D1. Mantém-se, no entanto, o grau de correlação, pois considera-se que, com o evoluir dos sistemas de caixilharia, esta técnica tem tendência a sobrepor-se à R.A2. No caso de A.I1, a ausência de borrachas vedantes não parece ser a principal solução para a maioria das infiltrações observadas, podendo no entanto ser no futuro, se for tida em conta a sua utilização em maior quantidade nos sistemas de caixilharias modernos, e a avançada idade média da amostra. Assim, o índice de correlação baixa apenas para um.

Ainda no caso de R.A1, as correlações unitárias com A.D2 (descolamento / desprendimento de peças), A.F2 (folga entre aro e vão) e A.E2 (degradação dos materiais) ficaram aquém do esperado. Contudo, no caso de A.D2, dada a proximidade com o valor limite para a admissibilidade da correlação (15 e 17% respetivamente), mantém-se o valor sugerido teoricamente. Já nos casos de A.F2 e A.E2, toma-se a decisão de baixar o nível de correlação para zero. No primeiro caso, a decisão de optar por um foi a possível utilização de borrachas vedantes entre aro e vão, o que raramente se verificou, no segundo, supôs-se que a ausência de borrachas vedantes fosse causa da degradação dos materiais, o que não aconteceu devido à grande utilização das borrachas ser em sistemas de alumínio, dificilmente degradável. Nos casos de A.O1 (reparação de deformações) e A.M1 (degradação de revestimentos), não foram previstas correlações teóricas, tendo contudo sido verificado que a ausência de mastiques contribui decisivamente para a absorção de água pelas madeiras, e para a consequente deformação no caso de A.O1, e no caso de A.M1 para a degradação de alguns tipos de revestimentos. No caso de A.O1 é escolhido aumentar o grau de correlação, enquanto que no caso de A.M1, considerando a acentuada melhoria dos revestimentos atuais, é deixado o grau de correlação em 0.

No caso da técnica R.A2 (reparação, introdução ou substituição de mastiques), foi confirmada a sua correlação com 11 anomalias. No entanto, os casos de R.F3 (juntas abertas) e A.E1 (degradação de revestimentos) não corresponderam à previsão teórica. No primeiro caso, não foi inicialmente pensado que a utilização de mastiques fosse possível para solucionar um número assinalável de juntas abertas, sendo que na prática existiu uma correlação de 30% com esta operação. Com base neste número, opta-se por subir o número de correlação para um, admitindo que a utilização de mastiques pode ser uma boa solução para o preenchimento de juntas abertas. Em relação a A.E1, foi atribuída teoricamente uma correlação de um, por se considerar que a falta de mastiques actuaria ao nível das causas para a degradação dos revestimentos. Foi verificado que esta situação ocorre na maioria dos casos. Assim, toma-se a decisão de elevar o coeficiente de correlação para dois, entre estes dois códigos.

A substituição de elementos degradados ou em falta (R.A3) confirmou nas inpeções a sua correlação com 11 anomalias, deixando apenas em dúvida o caso da anomalia A.E1 (degradação de revestimentos). A opção de relacionar estas duas situações foi tomada por se considerar que a utilização de elementos inadequados como parafusos corrosíveis ou a falta de elementos de proteção como pingadeiras e outros acessórios pudessem ser a causa de uma degradação prematura dos revestimentos. Neste caso, dada a

proximidade com o valor limite para a admissibilidade da correlação (15 e 17% respetivamente), mantém-se o valor sugerido teoricamente (1).

Para o uso da técnica de reabilitação R.F1 (afinação ou substituição de dobradiças), apenas uma correlação não foi confirmada, embora por uma pequena margem. Trata-se da anomalia A.E1 (degradação de revestimentos). Na análise teórica, foi considerado que a danificação das dobradiças poderia causar atritos entre caixilhos, o que causaria ao longo do tempo danos nos respetivos revestimentos. Isto foi em certa medida confirmado pela proximidade do valor obtido ao valor limite para confirmação, pelo que, à semelhança das situações anteriores, se opta por manter o grau da correlação.

A utilização teórica da técnica R.F2 (afinação ou substituição do mecanismo de abertura / fecho) foi totalmente confirmada pelo observado no trabalho de campo, à excepção da anomalia A.F1 (folgas entre aro e vão ou entre aro e folha), onde se obteve uma frequência superior ao esperado (1). Pela consulta da bibliografia disponível, considerou-se que algumas situações de frestas entre aro e folhas poderiam ser fruto da falta de afinação ou ausência de um sistema adequado de abertura / fecho. Nas inspeções efetuadas, observou-se que em muitos casos o elevado grau de degradação dos mecanismos de fecho causava as frestas em causa. Noutros casos a sua inadequada substituição por outros sistemas menos robustos não permitia uma eficaz solidarização das peças. Opta-se assim por elevar o grau de correlação entre estes dois códigos para dois.

Com a técnica R.F3 (instalação de ferragens complementares), foram 4 as situações de não conformidade com o esperado. Pode dever-se este facto à pequena quantidade de situações onde esta técnica foi aplicada (30), em comparação com as anteriores. A primeira situação verifica-se com a anomalia A.O1 (reparação de deformações), onde o nível de correlação esperado (1), não se verificou por uma larga margem (10%). Esperava-se que a instalação de ferragens complementares pudesse resolver situações de deformação do aro, ou até das próprias folhas móveis, principalmente ao nível das causas da deformação. Isto não se verificou, pelo que é alterado o nível de correlação para 0. Já nos casos das correlações com as anomalias A.F1 (folgas entre aro e vão e aro e folhas) e A.Q2 (dobradiças danificadas ou ausentes), embora os resultados não confirmem o esperado, opta-se por manter o grau de correlação por a instalação de ferragens ser a solução para bastantes situações de anomalias A.F1, pois esta torna as ligações entre os elementos mais sólidas e robustas, e para a anomalias A.Q2, pois muitos danos nas dobradiças podem ser minorados com a instalação de mais grupos de dobradiças, de modo a melhor repartir os esforços. Quanto à correlação de grau 2 com a anomalia A-F3 (desnivelamento entre folhas), após verificar a pouca correlação registada, opta-se por decrescer em um grau a sua correlação, admitindo que a maioria das situações de desnivelamento das folhas é resolvida apenas pela afinação ou substituição das dobradiças existentes (R.F1).

Seguidamente, e contrariamente ao esperado, a técnica R.P2 (reparação de revestimentos) foi correlacionada em grande percentagem (40%) com a anomalia A.I1 (infiltrações). Embora a reparação do revestimento dos caixilhos não esteja diretamente relacionada com as infiltrações na maior parte dos casos, é reconhecido que pode funcionar na eliminação de algumas causas da maioria das infiltrações. Neste sentido, parece ser razoável o aumento do grau de correlação para um entre estes dois códigos.

A técnica R.P3 (reparação de zonas degradadas por corrosão) levanta dúvidas em cinco situações. A primeira prende-se com a anomalia A.F1 (folgas entre aro e vão e aro e folhas), onde se esperava que não existisse qualquer correlação. Na prática, verificou-se que os empolamentos causados pela corrosão principalmente nas caixilharias de ferro / aço, são a causa de um grande número de folgas entre estes elementos. Não se verificou estranhamente qualquer relação com a anomalia A.F2 (juntas abertas), o que seria de esperar pela mesma razão. Forçosamente terá assim de se diminuir o nível de correlação com A.F2, ao mesmo tempo que se aumenta para um o grau de correlação com A.F1, em consequência do

observado nas inspeções. A correlação entre a reparação de zonas degradadas por corrosão (R.P3) e danos nos mecanismos de fecho (R.Q3), que se esperava de grau 1, não atingiu o limite para que este se verificasse. Opta-se no entanto por manter este grau de correlação, pois embora existisse na amostra uma grande variedade de mecanismos de fecho danificados, apenas os instalados em caixilharias metálicas poderiam estar relacionados com esta técnica. Assim sendo, se for tida em consideração uma amostra com um maior número de caixilharia metálica, deve existir uma maior correspondência entre estes dois códigos. A mesma situação pode ser apontada na correlação com a anomalia A.E1 (reparação de revestimentos), pois embora existindo um grande número destas anomalias, apenas uma parte corresponderia a caixilharias metálicas onde a possibilidade de se correlacionar com esta técnica realmente existia. Assim, embora longe do limite para verificar o grau dois de correlação, opta-se por manter este grau nesta situação.

Analisando os dados respeitantes à técnica R.P4 (execução de próteses), verifica-se que em duas situações os resultados não verificam o esperado. Isto é respeitante às anomalias A.E1 (degradação do revestimento) e A.E2 (degradação dos materiais), justamente os dois únicos casos onde se suporia uma correspondência com as anomalias apontadas neste trabalho. A falta de correspondência nestes casos existe provavelmente devido à falta de casos onde esta técnica foi prescrita (apenas 15). Assim, e dada a especificidade da técnica (apenas aplicável a sistemas de madeira ou ferro / aço), opta-se por manter as correlações apontadas primeiramente, e ainda por acrescentar a correlação com a anomalia A.I1 (infiltrações). Foi verificado ao longo das inspecções que, em alguns casos, a execução de próteses permite colmatar fissuras nos materiais que por sua vez impedirão a ocorrência de infiltrações.

Passando à análise dos resultados obtidos pela técnica R.P5 (repintura da superfície), existiu uma grande correspondência não esperada, com a anomalia A.I1 (infiltrações). Pode-se talvez concluir que a repintura da superfície, não estando na maioria das vezes relacionada com a resolução direta do problema, estará muitas vezes relacionada com as primeiras causas do mesmo. Aplicando a técnica R.P5, pode-se evitar a degradação dos materiais, bem como manter a camada impermeabilizante nos mesmos, o que ao longo do tempo contribuirá para a ausência de infiltrações. Assim, muda-se o grau de correspondência deste processo reabilitativo para um. Quanto à anomalia A.E2 (degradação dos materiais dos caixilhos), verifica-se que o grau previsto (1), fica aquém do verificado. A elevada taxa de correspondências (58%) sugere que a repintura da superfície está diretamente e crucialmente ligada à conservação dos materiais dos caixilhos. Assim, opta-se por elevar o nível de correlação deste processo para dois.

Quanto à reparação de deformações (distorções / retrações / empenos / dilatações), correspondente à técnica R.P6, verificou-se uma correlação razoável desta com as anomalias A.Q3 (mecanismos de fecho danificados ou ausentes), A.E2 (degradação dos materiais dos caixilhos) e A.I1 (infiltrações). No caso da anomalia A.E2, a grande proximidade do valor necessário para verificar o valor esperado, e mais uma vez o facto de a reparação de deformações só em alguns casos estar associada à degradação do material dos caixilhos, fizeram com que a opção seja a de manter o grau de correlação. No caso de A.Q3, pode-se concluir que a existência de deformações na caixilharia só raramente afeta decisivamente os sistemas de fecho, pelo que se deve baixar para zero o grau de correlação entre os dois. Por último, para a anomalia A.I1, embora os resultados não o traduzam, considera-se que a existência de deformações contribui decisivamente para infiltrações, não só de água mas também de ar, bem como para trocas de energia com o exterior. Assim, mantém-se a reparação de deformações na caixilharia como uma forma de resolucionar anomalias relacionadas com infiltrações, de água e ar.

Contrariamente ao que seria de esperar no caso da técnica R.P7 (limpeza, reparação ou execução de rasgos drenantes), apenas uma das quatro correlações apontadas esteve de acordo com o previsto. Esta técnica seria supostamente a principal causa teórica da genaralidade das infiltrações, o que não se veio a verificar, apresentando apenas 19% de correspondências na resolução deste tipo de anomalias (A.I1).

No entanto, no caso de se analisar uma amostra mais recente de sistemas de caixilharias, é de crer que será esta a principal operação para evitar infiltrações, não podendo contudo ignorar os resultados empíricos obtidos. Assim, será mantido o coeficente dois, fazendo-se a ressalva da fragilidade desta assunção. Nos casos das anomalias A.E1(degradação do revestimento) e A.E2 (degradação dos materiais dos caixilhos), supõe-se que pela razão anterior, esta actuará nas causas destas degradações, pois ao se encontrar em mau funcionamento permite a entrada de água para locais onde não seria prevista a sua presença. Neste sentido opta-se por manter estas correlações com o coeficiente um.

Se se observarem os dados respeitantes à técnica R.P8 (substituição de caixihos ou bites), verifica-se que, nos casos das anomalias A.O1 (reparação de deformações), A.F3 (desnivelamento entre folhas), A.Q2 (dobradiças danificadas ou ausentes) e A.Q3 (mecanismo de fecho danificado ou ausente), a correspondência entre os dados observados e os esperados é apenas razoável. No caso da reparação de deformações (A.O1), considera-se que a substituição dos caixilhos deformados é uma das principais maneiras de atuar com vista à sua resolução. Como os números obtidos não diferem muito dos esperados, opta-se por manter o grau de correlação. Já nos casos de danos nas dobradiças ou mecanismos de fecho, foi considerado que não seria relacionável com a troca de caixilhos, o que foi provado errado, pois o avançado estado de degradação dos caixilhos pode ser causador de uma má fixação ou comportamento das ferragens, situação corrente em muitos casos avaliados. Nestas duas situações (A.Q2 e A.Q3), e pelas razões mencionadas, aumenta-se o grau de correlação para um. No caso do desnivelamento entre folhas (A.F3), pode ser causado pelo mau comportamento das juntas entre caixilhos, que por sua vez se encontram degradadas ao ponto de apenas serem solucionáveis através da substituição de pelo menos um dos elementos. Pode também estar relacionado com o mau funcionamento das dobradiças, que por sua vez é causado pela degradação dos elementos onde estão fixadas, como mencionado acima. Assim, opta-se também por elevar o nível de correlação desta situação para um.

A técnica de reabilitação R.P9 (aplicação de perfis de reforço), embora perfeitamente válida em casos específicos, apenas foi prescrita numa situação ao longo do ciclo de inspeções efetuado. Neste sentido, seria inválida qualquer comparação com os dados de correlação obtidos através do tratamento estatístico de apenas uma ocorrência, sendo que se optou por manter os valores teóricos iniciais, ao invés de proceder a alterações com bases empíricas inviáveis.

Embora a técnica R.P10 (aplicação de hidrofugantes e anti-fúngicos) tenha sido prescrita em 9 casos, os dados obtidos também não permitem retirar qualquer conclusão válida de modo a refutar os resultados teóricos esperados. Pode no entanto inferir-se que, onde existiam sinais evidentes de condensações, foi proposta a aplicação de hidrofugantes, pois embora não actuassem decisivamente na supressão das condensações, podem actuar ao nível do tempo que estas permanecem em contato com os caixilhos. A aplicação de anti-fúngicos em situações onde a condensação é constante pode também solucionar eventuais problemas de colonizações biológicas. Neste caso, embora com falta de factos que suportem esta decisão, opta-se por elevar o grau de correlação de R.P10 com A.C1 (condensações no exterior do envidraçado).

Na análise à técnica R.P11 (aplicação de betumes), pode-se concluir que o grau de relação com A.F2 (juntas abertas / frestas) deveria ter sido dois ao invés de um, enquanto que a relação com A.E2 (degradação dos materiais dos caixilhos) deveria ter sido um ao invés de dois. Verificou-se que a maioria das frestas, buracos e defeitos encontrados foi em sistemas de madeira com idades consideráveis, pelo que nestas situações a utilização de betumes assume um papel preponderante. Na segunda situação, a degradação dos materiais dos caixilhos apenas pode ser reabilitada com recursos a esta técnica no caso de sistemas de madeira e apenas para um determinado tipo e grau de defeitos. Tendo como base estas razões, optou-se por aumentar para dois e um o grau de relação da técnica R.P11 com estas anomalias, respetivamente. No caso da correlação com a acumulação de detritos / colonização biológica (A.M1), os dados da observação

sugerem que a aplicação de betumes não é normalmente uma forma de resolução para a acumulação de detritos. Com base na bibliografia, esperava-se que com a colmatação das fendas, a invasão biológica e a acumulação de detritos fossem minoradas, o que efetivamente acontece, não sendo contudo suficiente para a marcação de um grau de correlação. Assim, baixa-se o nível de correlação entre estes dois códigos para zero.

A técnica R.V1 (substituição do envidraçado) correspondeu ao esperado na maioria das correlações apontadas, à excepção da correlação com a anomalia A.C1 (condensações no exterior do envidraçado). Dado o baixo número de anomalias deste tipo encontradas (8), e dados os dados teóricos que sugerem que o aumento do coeficiente térmico do vidro pode diminuir a formação de condensações atraves do aumento da sua temperatura superficial média, optou-se por não alterar o apontado com base na bibliografia.
Já no caso da técnica R.V2 (reparação do envidraçado), aconteceu o esperado, que merece uma explicação mais alongada. A técnica de reparação de envidraçados aparece como solução para problemas de vidros riscados, picados, ou de alguma maneira afetados por danos que sejam reparáveis. A juntar a estas especificidades, há que juntar que o tipo de vidro tem de ser de um tipo reparável. Assim sendo, esta técnica foi prescrita em apenas três casos, o primeiro onde existiam vidros históricos, o segundo onde se encontravam riscados, e o terceiro onde se recomendava a aplicação de uma tinta translúcida de modo a diminuir a luz e a radiação incidentes no interior. Assim, as anomalias onde esta técnica seria mais facilmente aplicável podem não ter sido consideradas neste trabalho (vidros riscados, excesso de radiação incidente no interior, entre outras), ou a especificidade da sua utilização não permite a confirmação das correlações. Assim, mantiveram-se os graus de correlação iniciais.

Embora tenha sido também uma técnica pouco prescrita, a técnica R.V3 (instalação de sistemas de ventilação) provou ser uma das principais soluções para problemas relacionados com condensações. O mesmo não aconteceu em relação aos problemas relacionados com infiltrações (A.I1), pelo que se deve então diminuir o seu grau de correlação para zero. A razão porque este sistema foi apontado como solução para as infiltrações, terá sido porque, fruto de instalações defeituosas, os sistemas de ventilação poderiam dar azo às mesmas, o que não se verificou de maneira assinalável.

Após estas considerações, a matriz de correlação anomalias - técnicas de reabilitação final e corrigida é representada na Tabela 5.3. Nesta matriz, os valores alterados em relação à matriz apresentada anteriormente aparecem assinalados a azul.

5.5 Tratamento estatístico dos dados recolhidos nas inspeções

As inspeções levadas a cabo no decorrer deste trabalho foram realizadas em infra estruturas no âmbito institucional das Forças Armadas, contabilizando um total de 96 edifícios. Foram inspecionadas 295 caixilharias, de modo a conseguir uma amostra representativa do panorama vivido na instituição, bem como do panorama em Portugal. Estas inspeções totalizaram 919 anomalias detetadas e 1018 técnicas de reabilitação prescritas. Os dados recolhidos foram inseridos em folhas do *Microsoft Office Excel*, o que permitiu o seu tratamento estatístico, bem como uma contabilização exata dos diversos factores analisados. Segue-se assim uma caraterização mais pormenorizada da amostra analisada.

5.5.1 Distribuição geográfica da amostra

Embora uma grande parte das caixilharias analisadas se situe na região de Lisboa, tentou-se efetuar inspeções a caixilharias localizadas em ambas as zonas térmicas, ambas as zonas de exposição ao vento, zonas costeiras e continentais, bem como de exposição a agentes poluentes diversas. Embora não tenha

Tabela 5.3: Matriz de correlação anomalias - técnicas de reabilitação, corrigida após calibração do sistema proposto com base na amostra recolhida ([67]; [88]; [68]; [82]; [65].)

Matriz de correlação anomalias- técnicas de reabilitação															
R/A	AC-1	AC-2	AD-1	AD-2	AO-1	AF-1	AF-2	AF-3	AQ-1	AQ-2	AQ-3	AM-1	AE-1	AE-2	AI-1
R.A1	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R.A2	1	1	2	1	0	2	2	1	0	0	0	1	2	2	2
R.A3	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
R.F1	0	0	0	0	1	2	1	2	0	2	1	0	1	0	1
R.F2	0	0	0	1	1	2	1	1	0	1	2	0	1	0	1
R.F3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	1	0	0	0	1
R.P1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
R.P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
R.P3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	2	2	1
R.P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1
R.P5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1
R.P6	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
R.P7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
R.P8	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	1	2	2
R.P9	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
R.P10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
R.P11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1
R.V1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
R.V2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
R.V3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

sido possível a cobertura de todo o território nacional, foram abrangidos os principais fatores de diferenciação e de afetação dos agentes agressores das caixilharias. Assim, a Figura 5.2 ilustra de maneira esquemática a distribuição da amostra.

5.5.2 Distribuição da amostra no tempo

Embora em trabalhos anteriores se considere que um edifício é recente no caso de a construção do mesmo ser posterior a 1945 [89], as caixilharias não seguem esta lógica. Tendo em atenção que o período de vida útil de uma caixilharia é apontado como sendo de 12 / 15 anos, pode-se considerar que apenas as caixilharias a partir do ano 2000 são consideradas "recentes", ao passo que as anteriores a essa data estejam já previsivelmente no fim da sua vida útil. A juntar a este facto, está a grande evolução do setor referida anteriormente, que faz com que os sistemas anteriores a 2000 estejam, em muitos casos, obsoletos.

Tendo estes fatores em atenção, a Figura 5.3 demonstra, por décadas, as datas estimadas de instalação das caixilharias analisadas.

5.5.3 Caraterização institucional da amostra

Devido ao interesse institucional, à facilidade de acesso e às caraterísticas específicas de utilização dos edifícios, tentou-se ao máximo estudar apenas aquartelamentos militares. Isto foi conseguido através de visitas às unidades referidas na Tabela 5.4.

5.5.4 Caraterização geral dos sistemas de caixilharia

Fruto da diversidade dos sistemas de caixilharia existentes no mercado em Portugal, interessa realizar uma análise dos materiais utilizados. Constaram principalmente dos principais materiais abordados nesta dissertação, sendo eles o alumínio, a madeira, o ferro / aço e, por fim, o PVC. Da mesma maneira, torna-se

Figura 5.2: Distribuição geográfica da amostra.

Tabela 5.4: Identificação e localização das diferentes unidades visitadas.

Unidade	Data de inspeções	Localização
Academia Militar (Sede)	11/07/12	Lisboa
Academia Militar (Destacamento da Amadora)	12/07/12	Amadora
Oficinas Gerais de Fardamento e Equipamento	13/07/12	Lisboa
Regimento de Engenharia 1	16/07/12	Pontinha
Escola Prática de Engenharia	17/07/12	Tancos
Regimento de Engenharia 3	18/07/12	Espinho
Centro de Tropas de Operações Especiais	19/07/12	Lamego
Regimento de Infantaria 14	20/07/12	Viseu
Escola Prática de Infantaria	23/07/12	Mafra
Escola Prática de Artilharia	24/07/12	Vendas Novas
Comando Aéreo	04/08/12	Monsanto

relevante ilustrar os tipos de preenchimento, revestimentos, e o número de certificações CE encontrados no trabalho de campo. As frequências absolutas estão ilustradas na Figura 5.4.

5.5.5 Caraterização das tipologias dos sistemas de caixilharia

No âmbito deste trabalho, encontram-se os sistemas de caixilharias de portas pedonais e janelas exteriores. Interessa assim diferenciar as diferentes quantidades de portas pedonais e janelas, bem como as diferentes tipologias de sistemas de abertura / fecho das janelas analisadas. A Figura 5.5 ilustra assim as referidas tipologias.

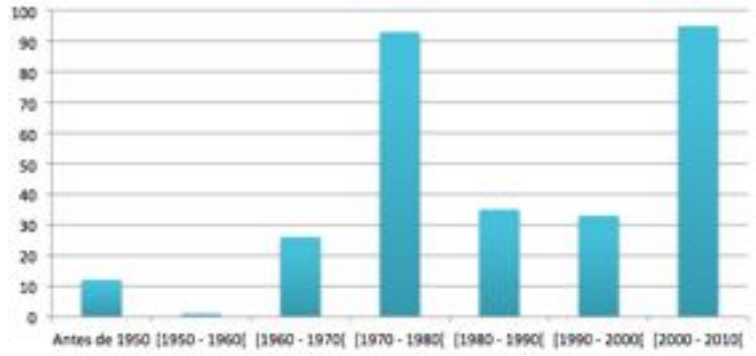


Figura 5.3: Datas estimadas de instalação das caixilharias analisadas.

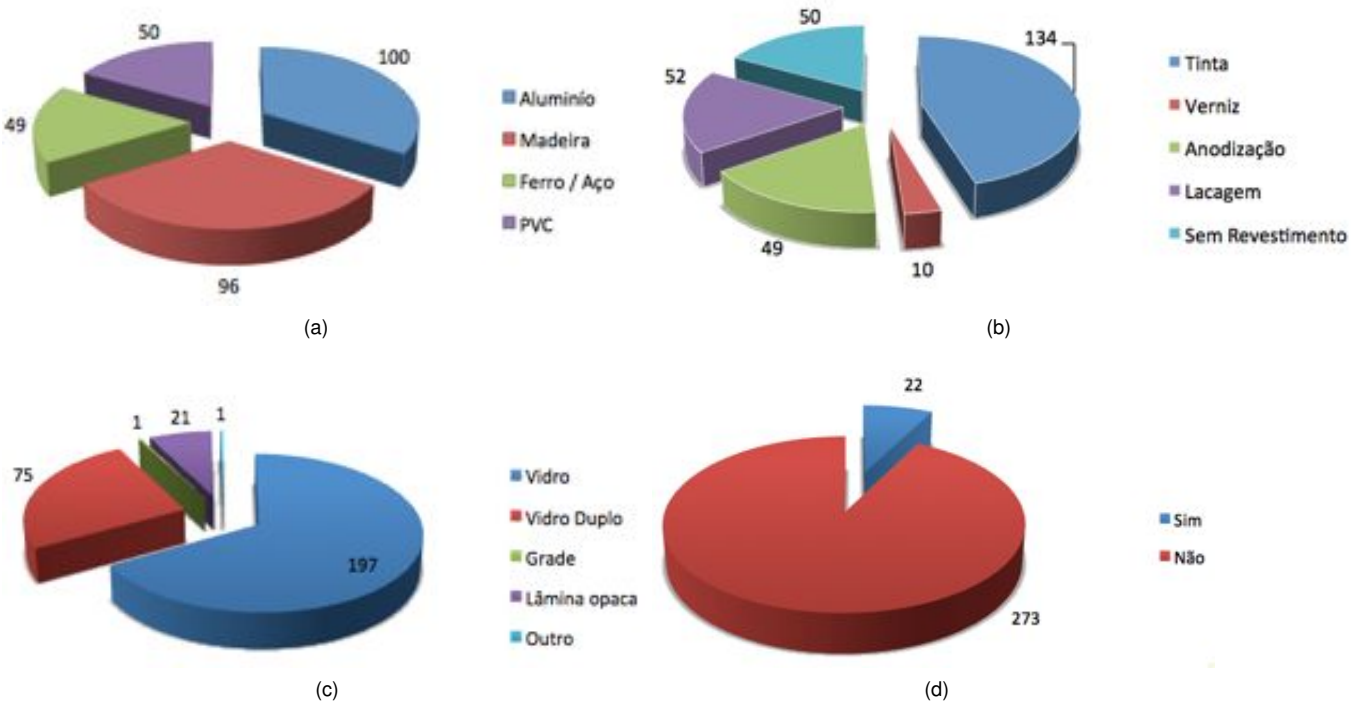
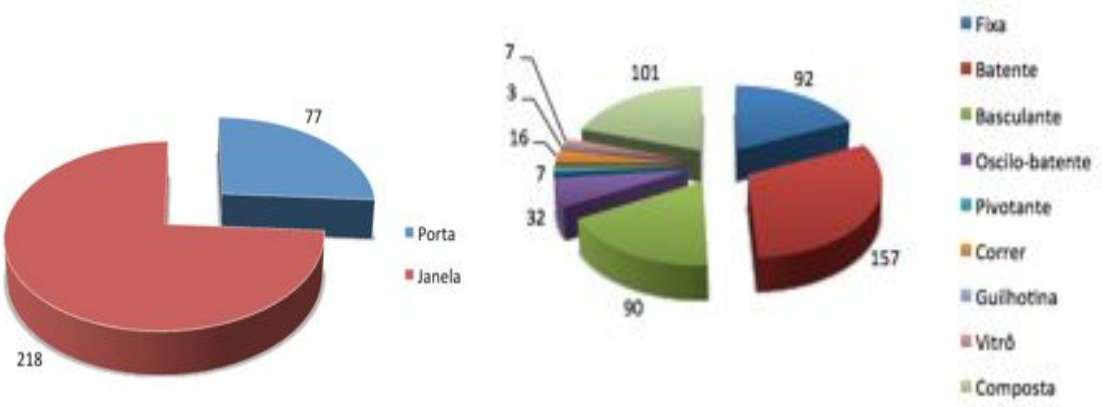


Figura 5.4: Sistemas de caixilharias inspecionados:
5.4a) quanto ao tipo de materiais utilizados; 5.4b) quanto ao tipo de revestimentos; 5.4c) quanto ao tipo de preenchimento; 5.4d) quanto à marcação CE.

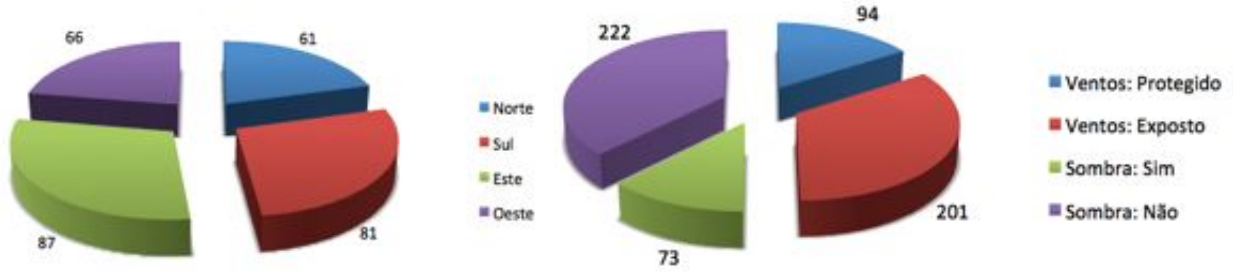
5.5.6 Caraterização da orientação e exposição das fachadas inspecionadas

A orientação da fachada onde se insere a caixilharia inspecionada, bem como a exposição da caixilharia aos elementos, influenciam e caraterizam os principais agentes agressores, como a exposição solar, o vento, o grau de humidade do ar incidente, entre outras. Neste sentido, tentou-se que as inspeções fossem o mais diversificadas possível também a este nível, tentando-se obter uma amostra balanceada entre os quatro pontos cardeais principais, e balanceada entre caixilharias expostas ou protegidas dos elementos. O resultado deste esforço é visível na Figura 5.6.



(a) (b)

Figura 5.5: Tipologias dos sistemas de caixilharias inspecionados:
5.5a) quanto ao tipo de utilização; 4.32b) quanto à tipologia de abertura.



(a) (b)

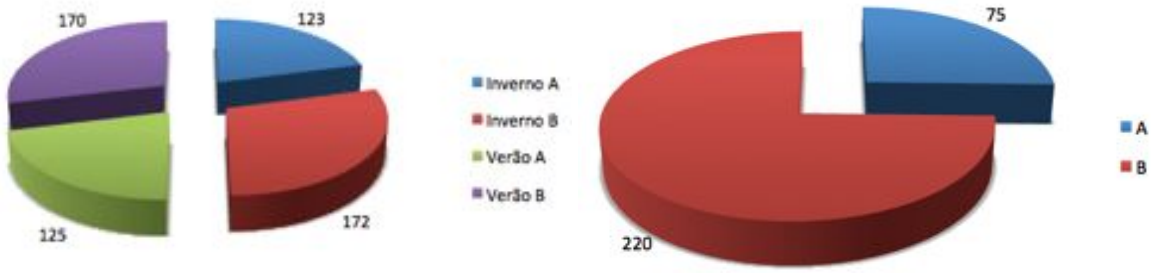
Figura 5.6: Caraterização das caixilharias quanto à exposição aos elementos:
5.6a) quanto à orientação da fachada; 5.6b) quanto ao tipo de exposição.

5.5.7 Caraterização do zonamento térmico e de vento da amostra

De acordo com os regulamentos referenciados nesta dissertação, Portugal está dividido em quatro zonas térmicas distintas (A / B Inverno; A / B Verão), bem como duas zonas de incidência de ventos (A / B). Quanto à caraterização do vento em altura, dado os edifícios visitados serem maioritariamente de dois e três pisos (228 inspeções foram realizadas no primeiro piso), considerou-se que não existiriam diferenças passíveis de menção. Assim, tentou-se também obter uma amostra diferenciada que fosse proporcional às zonas abrangidas pelo território nacional. Por exemplo a zona A de caraterização do vento é bastante menor do que a zona B, também o número de caixilharias inspecionadas na zona A é bastante menor que o número inspecionado na zona B. As proporções respetivas alcançadas neste trabalho estão ilustradas na Figura 5.7.

5.5.8 Caraterização da exposição a agentes poluentes e tipos de envolvente da amostra

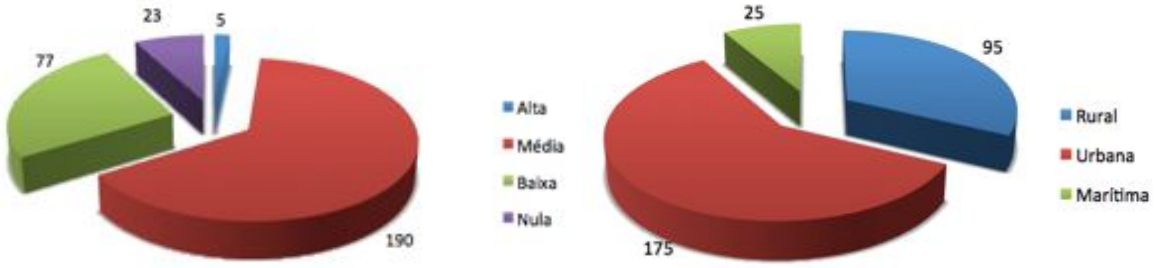
Nas inspeções realizadas, e com base na bibliografia previamente consultada, considerou-se que o grau de exposição a agentes poluentes e os tipos de envolvente da amostra (envolvente rural / urbana / marítima) têm um papel importante na velocidade de degradação dos materiais. Assim, seguindo o raciocínio anterior,



(a) (b)

Figura 5.7: Caraterização das caixilharias quanto:
5.6a) ao zonamento térmico; 5.6b) ao zonamento de ventos.

tentou-se também registar estes dois fatores, realizando um esforço para conseguir uma amostra ilustrativa da realidade nacional nos diferentes fatores. A Figura 5.8 tenta ilustrar o panorama conseguido.



(a) (b)

Figura 5.8: Caraterização das caixilharias quanto:
5.8a) aos agentes poluentes; 5.8b) ao tipo de envolvente.

5.5.9 Frequência observada de anomalias

Embora não seja o principal objetivo deste trabalho, a análise das anomalias encontradas será realizada neste subcapítulo. Esta análise permite a existência de uma base sólida para as ilações que se seguem, relacionadas com as técnicas de reabilitação propriamente ditas. Para este estudo foram encontradas 919 anomalias, que se distribuem pelas 295 caixilharias inspecionadas da forma ilustrada pela Figura 5.9.

Figura 5.9: Frequência relativa das anomalias encontradas em caixilharias.

Pode observar-se que as anomalias A.D1 (descolamentos / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massas de vidraceiro) e A.E1 (degradação do revestimento) foram encontradas em 56% das caixilharias analisadas. No caso de A.D1, a grande taxa de utilização de massas de vidraceiro encontrada (de baixa durabilidade), aliada a uma falta de manutenção notória (apenas em 47 casos existiram operações de manutenção), fez com que em muitos casos não existissem mastiques isolantes. No caso de A.E1, a grande quantidade de revestimentos de tinta, sendo na sua maioria tintas antigas, sem manutenção e de baixa qualidade, fez com que a degradação dos revestimentos fosse quase uma constante. É de referir ainda a degradação prematura de alguns revestimentos termolacados em alumínio devido à radiação UV, que também contribuiriam para este número.
No caso de se realizar uma análise pelos grupos definidos no capítulo Patologia ([5]), obtém-se uma predominância do grupo de degradações dos materiais e revestimentos, seguindo-se o grupo de descolamentos com um registo similar aos grupos dos elementos danificados e detritos. Os restantes grupos apresentam-se com uma menor frequência, como se pode observar pela Figura 5.10.

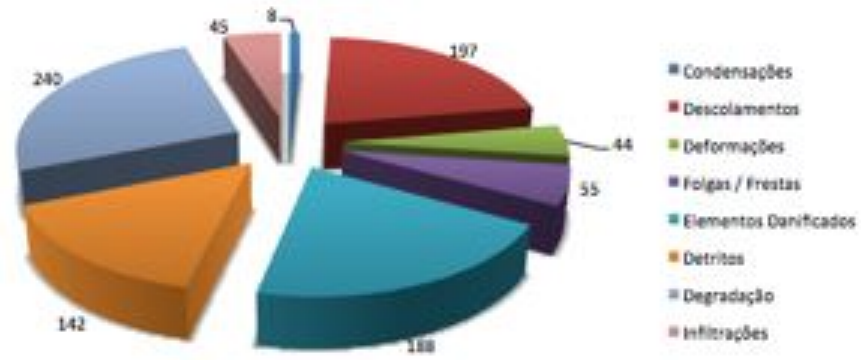


Figura 5.10: Frequência absoluta das anomalias encontradas em caixilharias, por grupos.

Comparando a média de anomalias registadas em cada tipo de material, vê-se que o alumínio e o PVC apresentam valores abaixo da média total, enquanto que a madeira e o ferro / aço registam valores superiores à média. No entanto, é necessário ter em consideração que a idade média das caixilharias de alumínio e PVC é inferior à média dos outros materiais e que os seus componentes de ferragens e acessórios são, regra geral, de melhor qualidade (destaque para a não utilização de massa de vidraceiro em nenhum destes materiais). A comparação entre estes valores está ilustrada pela Figura5.11.

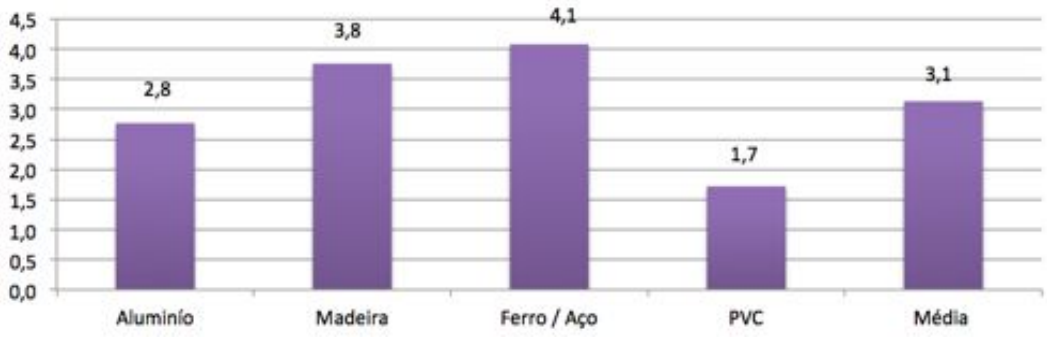


Figura 5.11: Média das anomalias encontradas em caixilharias, por materiais.

5.5.10 Frequência observada de técnicas de reabilitação

De modo a facilitar a percepção deste estudo, apresenta-se na Figura 5.13 a frequência relativa das técnicas reabilitativas prescritas no trabalho de campo. Remete-se para §5.3 qualquer esclarecimento adicional, de modo a evitar a repetição de informação.

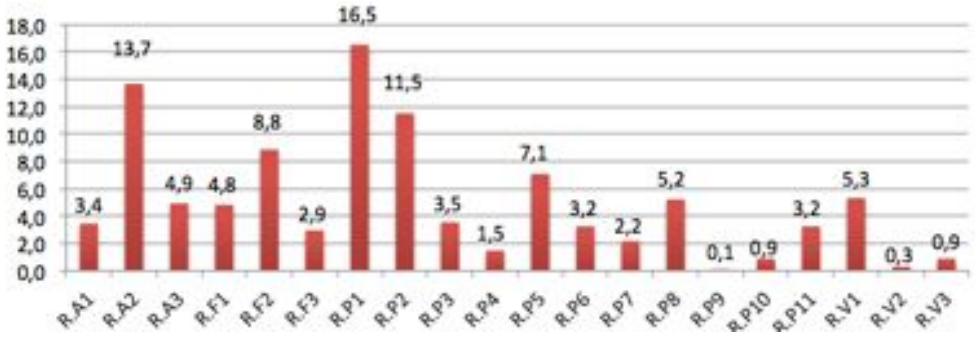


Figura 5.12: Frequências das técnicas reabilitativas prescritas (%).

É no entanto interessante observar que, ao nível dos grupos onde foram agrupadas as várias técnicas, o grupo onde mais houve necessidade de intervenção foi o de reabilitação de perfis ou caixilhos, quer ao nível dos materiais, quer ao nível dos revestimentos (Figura 5.13). Era esperado que a grande maioria das reabilitações se realizasse ao nível dos acessórios (mastiques e borrachas) ou ao nível das ferragens, o que não se verificou, por larga margem.

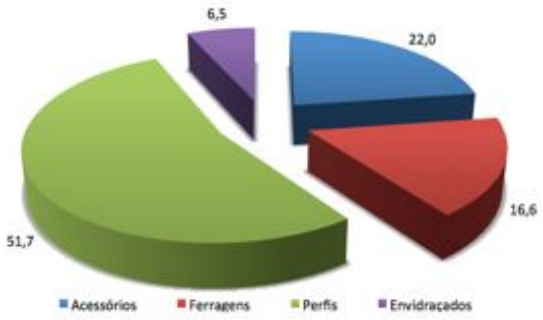


Figura 5.13: Frequência relativa das técnicas reabilitativas prescritas por grupos (%).

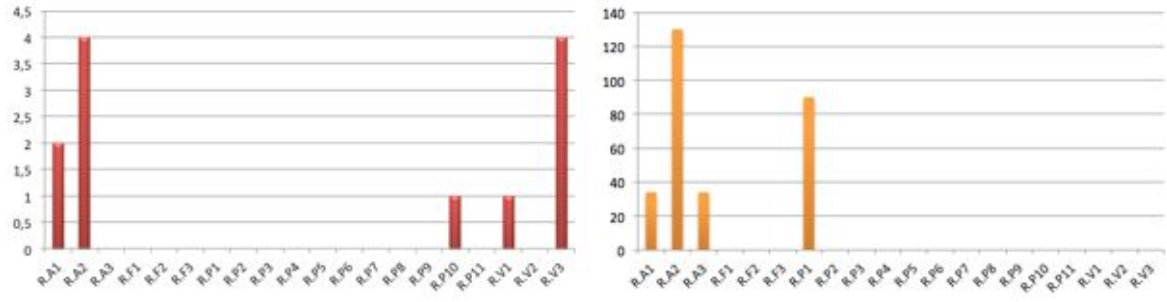
5.5.10.1 Correlação entre técnicas de reabilitação e anomalias

Após a análise das anomalias, para cada caso foram prescritas as técnicas de reabilitação que mais se adequaram a cada situação. Neste sentido, e à semelhança de trabalhos anteriores ([65]; [82], entre outros), vai-se agora proceder à análise pormenorizada de cada anomalia e das técnicas que mais se ajustaram à sua resolução. No caso da anomalia A.C2 (condensações no interior do envidraçado), não existem quaisquer ocorrências para estudo, pelo que se vai supor que a realidade coincide com o exposto na matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação elaborada nesta dissertação.

Iniciando com a anomalia A.C1 (condensações no exterior do envidraçado), verifica-se que, associada à ocorrência de condensações, se verifica uma degradação dos materiais vedantes (mastiques ou borrachas), ilustrando a Figura 5.14 a necessidade da sua substituição (técnicas R.A1 e R.A2). No entanto, para eli-

minar as causas deste tipo de anomalia, a técnica mais utilizada foi a R.V3 (instalação de mecanismos de ventilação), sendo a técnica R.V1 (substituição do envidraçado por melhor desempenho) também uma possibilidade. A aplicação da técnica R.P10 (aplicação de hidrofugantes e anti-fúngicos) deve ser considerada como uma forma de diminuir as consequências deste tipo de anomalia e não como a sua resolução.

Em relação à anomalia A.D1 (descolamento / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massa de vidraceiro), sem surpresa aparecem associadas à sua resolução as técnicas R.A1 e R.A2 (reparação ou introdução de borrachas vedantes e reparação ou introdução de mastiques, respetivamente). Muitas vezes, a ausência de borrachas e mastiques aparece associada à falta de bites, parafusos, pregos de fixação de vidros ou outros elementos. Neste sentido, aparece também associada à técnica R.A3 (substituição de elementos degradados ou em falta). Surge também neste caso o recurso à técnica R.P1 (limpeza da caixilharia), pois para a substituição de mastiques ou de borrachas vedantes é conveniente a realização de uma limpeza geral da caixilharia, de modo a garantir melhor o sucesso da sua aplicação.



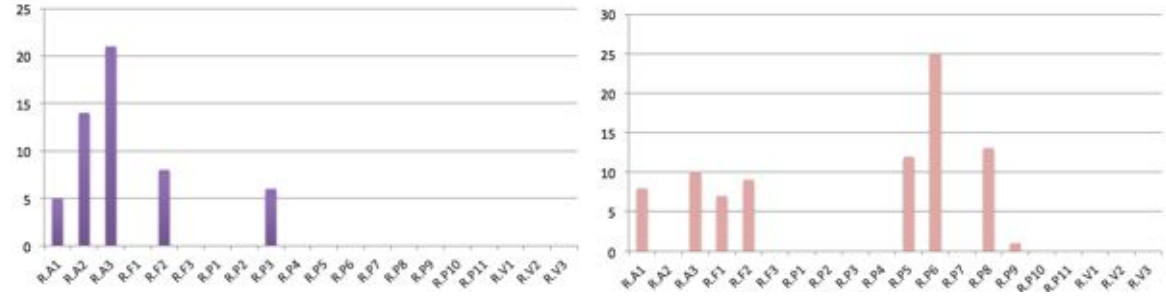
(a) (b)

Figura 5.14: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.14a A.C1: condensações no exterior do envidraçado; 5.14b A.D1: descolamento / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massa de vidraceiro.

No caso da anomalia A.D2 (desprendimento / ausência de peças), mais uma vez se verifica que, associados à ausência de peças, existem muitas vezes danos nas borrachas e mastiques vedantes (Figura 5.15). A utilização das técnicas R.A1 e R.A2 (reparação, introdução ou substituição de borrachas e mastiques, respetivamente) acontece pois na maioria dos casos as peças em falta são parafusos de fixação ao vão, bites e parafusos de fixação de vidros, todos eles com influência nos materiais de vedação. A utilização maioritária da técnica R.A3 (substituição de peças degradadas ou em falta) já era esperada, por razões evidentes. A utilização da técnica R.P1 (limpeza da caixilharia) prende-se com a necessidade de, na maioria das vezes, retirar a sujidade acumulada nas cavidades das peças em falta ou degradadas, anteriormente à sua reposição ou substituição.

Quando analisado o gráfico relativo à anomalia A.O1 (deformações) (Figura 5.15), verifica-se que a técnica R.P6 (reparação de deformações) parece ser a mais adequada na maioria dos casos. Principalmente em caixilharias de ferro / aço, ou de madeira, a reparação de deformações é possível em alguns casos sem ser necessária a substituição de elementos. Verificou-se que algumas deformações resultavam de empenos em elementos das folhas móveis, pelo que a sua substituição, se possível, parece ser também uma solução tecnicamente possível, recorrendo à técnica R.P8 (substituição de caixilhos ou bites). Em caso de substituição de elementos ou da reparação de deformações, naturalmente é recomendada uma nova pintura da caixilharia, de modo a criar uma nova camada protetora do material. Verificou-se isto através da relação com a técnica R.P5 (repintura da superfície). Caso as deformações afetem o sistema de dobradiças ou de abertura / fecho, deve-se proceder à sua reparação, o que se verifica na relação desta anomalia com as

técnicas R.F1 e R.F2 (afinação / substituição de dobradiças e fechos, respetivamente). Em alguns casos, as deformações podem ser causa do desprendimento de borrachas vedantes e outro tipo de peças, que se torna necessário substituir, aplicando as técnicas R.A1 (substituição de borrachas vedantes) e R.A3 (substituição de elementos degradados ou em falta). Parece também ser benéfica a aplicação de perfis de reforço, quer em perfis mecanicamente frágeis, quer em uniões de perfis degradadas. A aplicação da técnica R.P9 (aplicação de perfis de reforço) deve no entanto ser tomada com um estudo técnico e de degradação do material aprofundado.



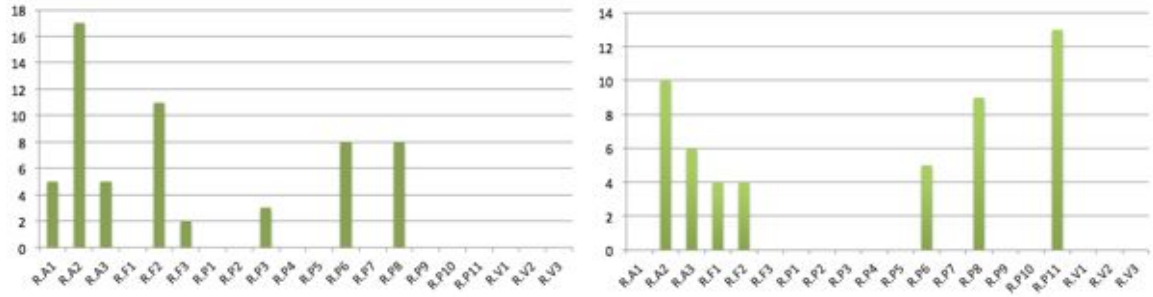
(a) (b)

Figura 5.15: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.15a) A.D2: desprendimento / ausência de peças; 5.15b) A.O1: deformações.

Pela análise da Figura 5.16, pode-se concluir que, para reparação da anomalia A.F1 (folga entre aro e vão ou entre aro e folha), as técnicas R.A1 (substituição ou introdução de borrachas vedantes) e R.A2 (substituição ou introdução de mastiques) podem na maioria dos casos ser a solução. Isto sucede pois a introdução de mastiques entre o aro e o vão pode muitas vezes colmatar a folga existente, o mesmo acontecendo com a introdução de borrachas vedantes entre o aro e as folhas, que muitas das vezes estariam até em falta. Outras técnicas aplicadas foram também a R.F2 (afinação ou substituição do mecanismo de fecho), potencial causador de folgas entre folhas e vão, a técnica R.P6 (reparação de deformações), pois as deformações nos elementos são na maioria das vezes causa de folgas, e a técnica R.P8 (substituição de caixilhos ou bites), pois a avançada degradação do material também pode estar na sua origem. A afinação dos sistemas de dobradiças (R.F1) pode também solucionar problemas de folgas insuficientes entre folhas e aro, bem como a instalação de dobradiças ou outras ferragens em complemento às existentes (R.F3). Em alguns casos, verificava-se que as folgas excessivas resultavam de detritos resultantes da corrosão do material, o que justificava o emprego da técnica R.P3 (reparação de zonas degradadas por corrosão).

Analisando o gráfico relacionado à anomalia A.F2 (juntas abertas / frestas), conclui-se que a aplicação de betumes em frestas no material (R.P11) é, na maioria dos casos, suficiente para solucionar este tipo de anomalia (nos casos de frestas em caixilharias de madeira). A aplicação de mastiques e a reposição de peças degradadas ou em falta (R.A2 e R.A3, respetivamente) podem também contribuir para solucionar frestas relacionadas com peças em faltas, ou juntas mal executadas. No caso de a anomalia se relacionar com degradações do material, a utilização da técnica R.P8 (substituição de caixilhos ou bites), embora de difícil execução, apresenta na maioria dos casos a garantia de um melhor comportamento em caixilharias de ferro / aço e madeira, ou no caso da caixilharia de alumínio, a técnica R.P8 (reparação de deformações). A reparação ou substituição dos mecanismos de dobradiças, ou de abertura / fecho (R.F1 e R.F2, respetivamente), pode também ser solução em casos do seu notório mau funcionamento ser a causa de frestas indesejáveis.

No respeitante à anomalia A.F3 (desnivelamento entre folhas), a análise da Figura 5.17 permite concluir que a reparação do funcionamento das dobradiças será a principal forma de voltar a nivelar as folhas móveis

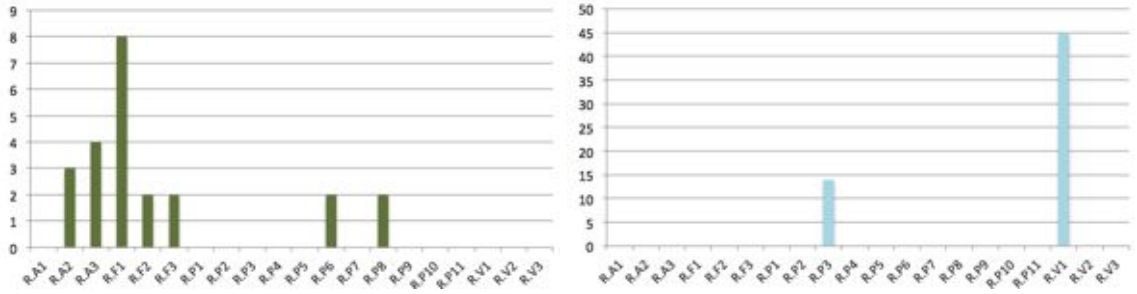


(a) (b)

Figura 5.16: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.16a) A.F1: folga entre aro e vão ou entre aro e folha; 5.16b) A.F2: juntas abertas / frestas.

na maioria das caixilharias (R.F1). A instalação de dobradiças complementares (R.F3) ou a afinação de mecanismos de abertura / fecho que provoquem o desnivelamento das folhas (R.F2) podem também contribuir para a eliminação das causas deste tipo de anomalia. Em alguns casos, o mau funcionamento das dobradiças e dos fechos deve-se à ausência de parafusos ou ao mau funcionamento de conetores metálicos de perfis, pelo que a sua substituição ou reposição pode também ser uma solução (R.A3). Embora em menos casos, a reparações de deformações dos perfis (R.P6) ou a sua substituição (R.P8) podem também contribuir para o nivelamento das folhas.

Nos casos onde foi detetada a anomalia A.Q1 (vidros quebrados) foi recomendada a sua substituição através da técnica R.V1 (substituição do envidraçado). Na maioria da situações recomenda-se a adopção de um envidraçado duplo, quando possível. Nos casos onde a causa da danificação do envidraçado foi o empolamento devido a detritos da corrosão dos perfis, foi recomendada a sua remoção através da técnica R.P3 (reparação de zonas afetadas por corrosão), de modo a evitar a repatologia.

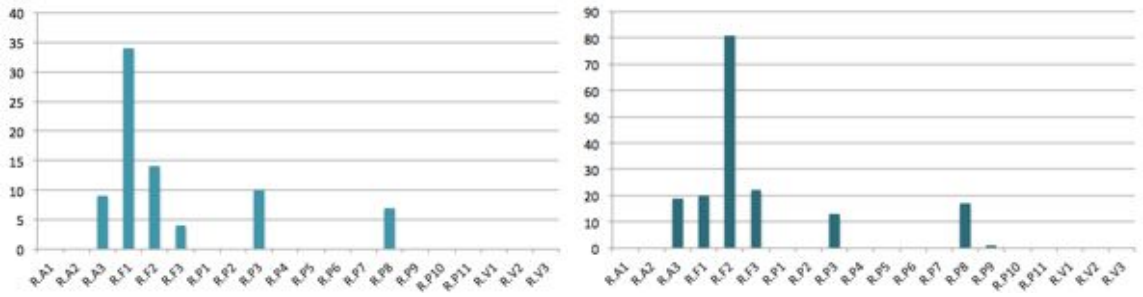


(a) (b)

Figura 5.17: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.17a) A.F3: desnivelamento entre folhas; 5.17b) A.Q1: vidros quebrados.

Como seria de esperar, ao analisar a Figura 5.18, vê-se que a técnica R.F1 (afinação ou substituição de dobradiças) é a que mais se adequa à reparação da anomalia A.Q2 (dobradiças danificadas ou ausentes). Em casos onde se verifique a falta de elementos de fixação e outros, é associada a técnica R.A3 (substituição de elementos degradados ou em falta) e, em situações onde a degradação se deva a corrosão, a técnica R.P3 (reparação de zonas degradadas por corrosão). Em algumas situações, verificou-se que o mau funcionamentos das dobradiças se devia ao avançado estado de degradação de elementos da caixilharia, pelo que nesses casos foi recomendada a técnica R.P8 (substituição de caixilhos ou bites). Nos casos onde o mau funcionamento das dobradiças se devia a sobrecarga ou poderia aparentemente ser solucionado com

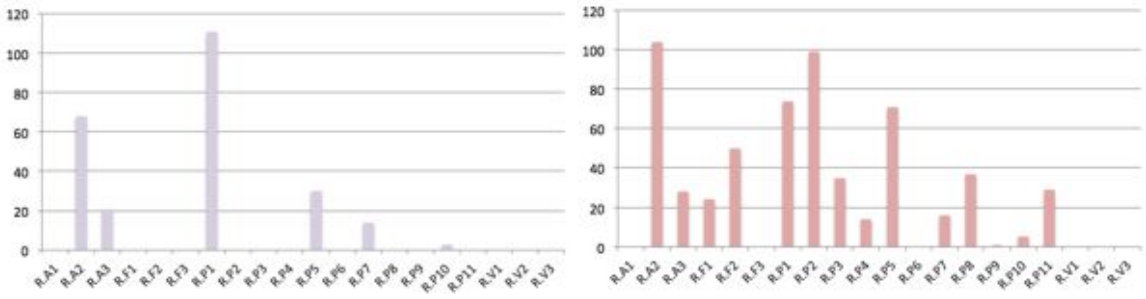
um reforço das mesmas, sugeriu-se a técnica R.F3 (instalação de ferragens complementares).
Também ao analisar o gráfico correspondente à anomalia A.Q3 (mecanismos de fecho danificados ou ausentes) (Figura 5.18), se verifica que, de acordo com o esperado, é a técnica R.F2 (afinação ou substituição do mecanismo de abertura / fecho) que apresenta a maior correspondência. Em casos onde o funcionamento do sistema de fecho era condicionado pelo funcionamento das dobradiças, foi também recomendada a sua reparação (R.F1). A prescrição das restantes técnicas deveu-se às razões descritas acima para AQ.2.



(a) (b)

Figura 5.18: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.18a) A.Q2: dobradiças danificadas ou ausentes; 5.18b) A.Q3: mecanismos de fecho danificados ou ausentes.

A utilização da técnica R.P1 (limpeza da caixilharia) esteve sempre maioritariamente ligada a situações onde se verificou a anomalia A.M1 (acumulação de detritos), como se pode confirmar pela Figura 5.19, sendo sem dúvida a técnica mais recomendada. Associada a situações de acumulação de detritos estava muitas vezes a degradação ou ausência de mastiques, pelo que em alguns casos foi recomendada a sua reparação (R.A2). As técnicas R.P7 (limpeza de rasgos drenantes) e a técnica R.P5 (repintura da superfície), aparecem em casos onde os detritos se acumulam nos rasgos drenantes, ou são provenientes da descamação das tintas protetoras. Em casos onde a sujidade se acumula por ausência de peças como pingadeiras, é recomendada a sua reposição (R.A3).



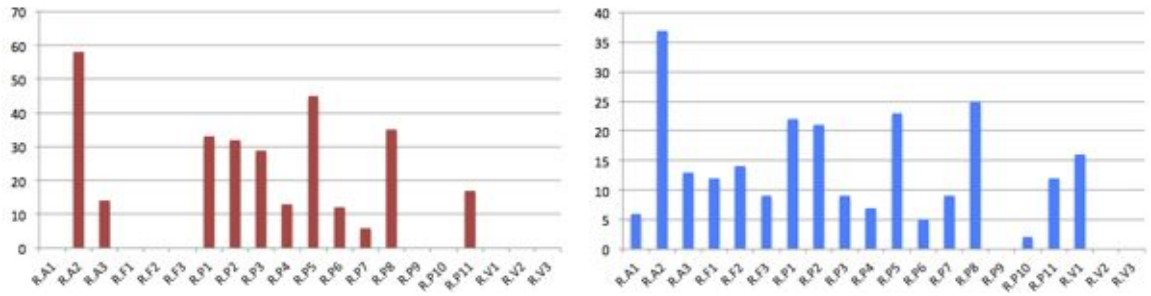
(a) (b)

Figura 5.19: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.19a) A.M1: acumulação de detritos; 5.19b) A.E1: degradação do revestimento.

De modo a solucionar as causas mais comuns para problemas de degradação dos materiais (A.E2), as técnicas R.A2 (substituição de mastiques isolantes) e R.P1 (limpeza geral da caixilharia) foram as mais recomendadas (Figura 5.20. A ausência de mastiques permite a entrada e acumulação de água em zonas onde não era suposto a sua existência, acelerando a degradação dos materiais e permitindo a acumulação de detritos, que por sua vez impedem a exfiltração da água, pelo que foi em alguns casos sugerida a técnica

R.P7 (limpeza e reparação de rasgos drenantes). O mesmo se verifica com a ausência de elementos como pingadeiras, parafusos e outros, pelo que nesses casos foi sugerida a técnica R.A3 (reposição de elementos em falta ou degradados). Para a reparação da anomalia propriamente dita, foram prescritas as técnicas R.P3 (reparação de zonas degradadas por corrosão) para caixilharias metálicas, R.P4 (execução de próteses) para caixilharias de ferro / aço ou madeira, R.P11 (aplicação de betumes em fendas) no caso de fissuras visíveis em madeira e, por último, R.P8 (substituição de elementos) em casos de degradação avançada de apenas um elemento. As técnicas R.P5 (repintura da superfície) e R.P2 (reparação de revestimentos) foram prescritas em complemento às técnicas mencionadas, de modo a criar sobre as zonas reparadas uma nova camada de proteção.

Os problemas relacionados com infiltrações (A.I1) podem ter várias origens e causas, pelo que é difícil a sua relação com as técnicas de reparação (Figura 5.20). No entanto, verificou-se que, na maioria dos casos, seria eficaz a reparação ou substituição de mastiques e borrachas vedantes (R.A2 e R.A1, respetivamente), como uma solução de fácil execução e de bons resultados. O estado de degradação dos revestimentos deve também ser reparado, com uma elevada frequência das técnicas R.P2 e R.P8 (reparação de revestimentos e repintura da superficie, respetivamente), e na maioria dos casos uma limpeza da caixilharia (R.P1) é também recomendada. O mau funcionamento das ferragens deve também ser verificado e, se necessário, aplicadas as técnicas R.F1 / 2 / 3 (afinação ou substituição de dobradiças, sistemas de fecho e instalação de ferragens complementares, respetivamente). Deve no entanto ser feita uma análise cuidada à caixilharia, antes de se optar por uma técnica específica, pois uma má escolha pode causar gastos inúteis e em alguns casos alterar o aspeto ou funcionamento da caixilharia inutilmente.



(a) (b)

Figura 5.20: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face à anomalia:
5.20a) A.E2: degradação dos materiais; 5.20b) A.I1: infiltrações.

Embora a frequência de utilização de cada técnica para uma anomalia específica forneça uma ferramenta útil, no caso das caixilharias, resultante da grande diversidade de sistemas, a consulta do fornecedor, ou de um técnico especializado deve ser sempre efetuada, antes de se proceder à reparação. Todos os produtos utilizados devem ser testados, sob pena de em casos extremos inutilizar a caixilharia.

5.5.10.2 Correlação entre técnicas de reabilitação e os materiais

É relevante neste ponto realizar uma análise correlativa entre as técnicas de reabilitação e os diferentes materiais inspecionados, de modo a conseguir retirar as suas maiores sensibilidades e a colmatar eventuais erros sistemáticos no futuro. Assim, à semelhança do que foi feito para as anomalias, será comparada a média das técnicas de reabilitação aplicadas nas várias caixilharias de cada material. Como se pode observar na Figura 5.21, à semelhança das anomalias, foram as caixilharias de ferro / aço as que careceram de maior número de técnicas de reabilitação (4,2). No entanto, juntamente com as caixilharias de madeira (3,9),

são as que apresentam também uma maior idade média, ao contrário das caixilharias de PVC que, embora apresentem a menor média do conjunto (1,7), são as de instalação mais recente, tendo na generalidade menos de 6 anos de utilização.

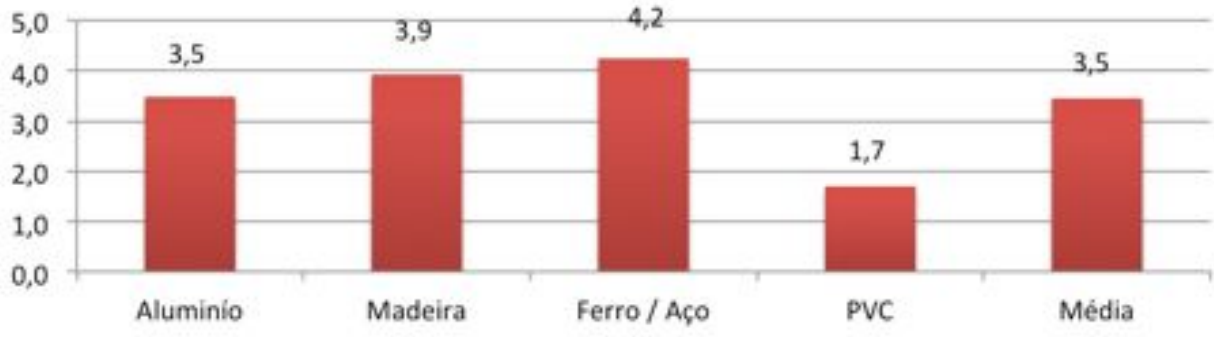


Figura 5.21: Análise comparativa das médias do número de técnicas de reabilitação recomendadas para cada caixilharia por cada tipo de material.

No entanto, o critério para estabelecimento do nível de gravidade difere consoante o tipo de anomalia em causa [82]. Alguns autores ([67]; [88]; [90]) referem de uma forma geral que o nível de gravidade avalia a extensão da anomalia (dimensão) e a urgência de reparação, não influindo sobre o modo como a anomalia deve ser reparada. Deste modo, conclui-se que o nível de gravidade não está directamente relacionado com a técnica de reparação a aplicar [82], embora a técnica de reparação se possa relacionar com o custo económico inerente e a maior ou menor facilidade de execução. Com base neste pressuposto, serão retiradas algumas ilações.

Analisando cada material em particular, seguindo a ordem do número de caixilharias inspecionadas, pode-se observar na Figura 5.22 que no alumínio a técnica mais sugerida foi a técnica R.P1 (limpeza da caixilharia) com 18,4% das prescrições. Efetivamente, também nas caixilharias de alumínio a manutenção é descuidada ou inexistente, de modo que a acumulação de detritos e sujidade prejudica o bom funcionamento da mesma. Seguidamente, em 11,8 % dos casos, foi sugerida a técnica R.P2 (reparação de revestimentos), resultantes na sua maioria de pequenos danos na termolacagem ou de descoloramentos da mesma face aos raios UV. De notar, no entanto, a baixa incidência da técnica R.P5 (repintura da superfície), indicando que, embora as anodizações e lacagens encontradas estejam em bom estado geral, é necessário precaver pequenos danos. A técnica R.F2 (afinação ou substituição do mecanismo de fecho) ilustra a má qualidade de alguns sistemas de abertura / fecho, principalmente os instalados em caixilharia anodizada das décadas de 70 / 80. No entanto, nas caixilharias mais recentes, a sua incidência não foi tão notada, sendo no entanto um ponto fraco dos sistemas analisados. Em alguns casos, verificou-se mesmo a ausência dos sistemas de abertura, por falta de qualidade da fixação, em alguns casos feita por rebites. Nas tipologias basculantes, os limitadores de abertura foram também fonte de anomalias e eram frequentemente inexistentes, causando a frequência da técnica R.F3 (instalação de ferragens complementares). Quando analisados os mastiques e as borrachas vedantes utilizadas, em muitos casos fruto da sua má instalação, as borrachas estavam ausentes, bem como os mastiques utilizados entre o aro e o vão. Isto motivou a alta percentagem das técnicas R.A1 e R.A2 (reparação / introdução da borrachas e mastiques vedantes, respetivamente). As técnicas R.P8 (substituição de caixilhos ou bites) e R.P6 (reparação de deformações), foram, embora pouco, utilizadas em casos de deformações, mossas ou empenos dos caixilhos. Estas deformações eram normalmente resultantes de má utilização e impactos nos elementos. Devido à dificuldade de aplicar a maioria das técnicas prescritas

em caixilharia de alumínio, principalmente a dificuldade de reparação satisfatória dos revestimentos, a manutenção e reabilitação de caixilharia de alumínio é difícil e cara, embora seja de menor frequência do que nos outros materiais.

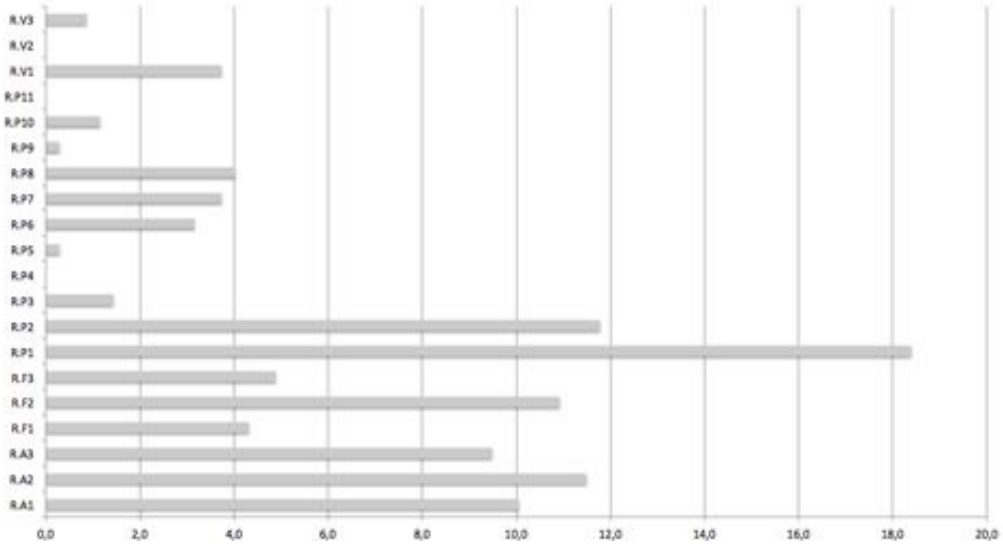


Figura 5.22: Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de alumínio.

Seguidamente, analisando a Figura 5.23, pode-se observar a preponderância da técnica R.A2 (introdução ou substituição de mastiques), com cerca de 17% das ocorrências. Devido à avançada idade de muitas caixilharias de madeira analisadas, a utilização de massa de vidraceiro foi quase uma constante. Assim, como esta é um material de baixa durabilidade e qualidade, a sua ausência ou degradação exigiam que fosse substituída ou colocada uma nova vedação. Esta operação deve ser então realizada com materiais mais indicados e de melhor qualidade. À semelhança da massa de vidraceiro, as tintas utilizadas para pintar a superfície da madeira eram muitas vezes de má qualidade e baixa durabilidade. Se for associada a estes fatores uma falta de manutenção notória, a repintura das superfícies era, em 14% dos casos, uma opção a considerar (R.P5). Em 12% das situações, apenas as zonas mais expostas ou sol ou que tenham sofrido danos de impactos ou destacamentos necessitavam de intervenção, pelo que a utilização da técnica R.P2 (reparação de revestimentos) deveria ser suficiente. Pode afirmar-se que, decorrente da idade e da falta de manutenção, as ferragens se encontravam num mau estado geral, existindo uma maioria (6%) de casos onde o sistema de fecho necessitava de intervenção. A aplicação de betumes (R.P11) foi também recomendada em 8% dos casos, pois graças à degradação dos revestimentos, o material apresentava-se em mau estado, muitas vezes com grande fissuras ou buracos. Em casos extremos de degradação, foram recomendadas a substituição de caixilhos (R.P8) (em 8% das inspeções) e a execução de próteses (R.P4) (3,4% das ocorrências), sendo a segunda situação preferível à primeira. As restantes técnicas devem-se ao mau estado geral da caixilharia, e não tanto ao material em análise. Tendo em conta a grande incidência de técnicas caras e de difícil execução, é fácil concluir que, dos materiais analisados, a madeira é o que mais carece de manutenção e o que mais caro fica.

À semelhança do que referido para a madeira, também nas caixilharias de ferro / aço analisadas existe uma grande utilização de massa de vidraceiro. Assim, a degradação da mesma, resultante da idade e da falta de manutenção, fez com que em 16,3% das caixilharias analisadas houvesse a necessidade de repor ou reparar os mastiques degradados (R.A2). A degradação e a falta de qualidade dos revestimentos, bem como a falta de uma galvanização adequada, fizeram com que a corrosão se verificasse em 14,4% dos casos,

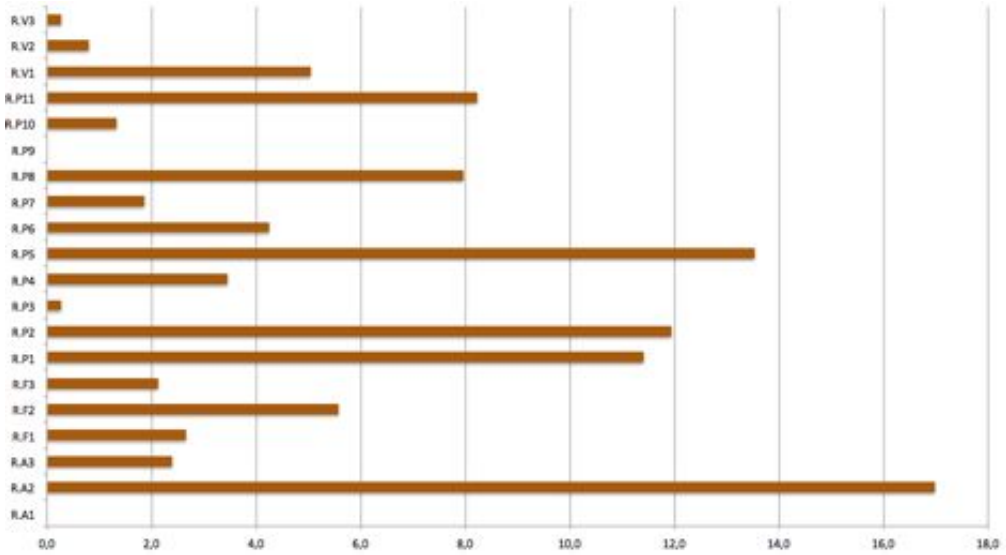


Figura 5.23: Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de madeira.

sendo necessária a sua remoção (R.P3). Para isto contribuíram pequenos danos no revestimento em 12% dos casos (R.P2) e um mau estado geral da pintura em 9,6% (R.P5). Como a maioria deste tipo de janelas se encontrava em pavilhões, oficinas de trabalho ou espaços amplos, a sua manutenção era altamente descuidada, como se pode ver pela elevada taxa de vidros quebrados (11%), onde é recomendada a sua substituição (R.V1). Conclui-se que as operações principais recomendadas para este material são de baixo custo e fácil execução, pelo que, dada a idade e o nível de manutenção que foi dispensado à amostra, esta pode ser facilmente recuperável e devolvida ao seu estado inicial de serviço. Como se vê as operações mais complexas e caras, como a substituição de caixilhos (R.P8), a execução de próteses (R.P4) ou a reparação de deformações (R.P6), têm todas uma baixa incidência relativa (3,4, 1,0 e 1,9%, respetivamente).

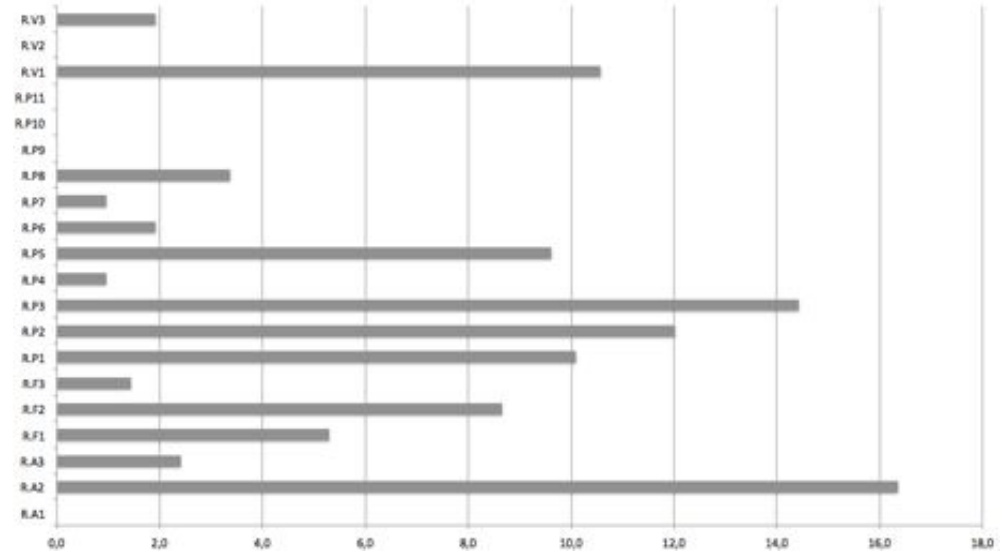


Figura 5.24: Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de ferro/aço.

Os dados recolhidos acerca das caixilharias de PVC são ilustrativos de uma amostra de instalação recente, com ferragens testadas e PVC moderno de boa qualidade (Figura5.25). Assim, não só o número médio de anomalias detetadas foi baixo (1,7), como a principal técnica recomendada foi a limpeza geral das caixilharias (R.P1), com 47% das prescrições. Existiram também casos de mau funcionamento das ferragens, tanto do sistema de fecho como das dobradiças, sendo na sua maioria problemas de má afinação (5,3%). Em alguns casos, fruto de má utilização, a superfície do material foi riscada (7,1%). Nestes casos, são recomendadas pequenas reparações da superfície (R.P2). As outras prescrições, em menor número, serão provavelmente fruto de situações isoladas, não sendo exemplificativas do panorama geral. Sendo prematuro qualquer ilação acerca da qualidade do material, da amostra analisada pode dizer-se que a qualidade dos perfis e do material permite antever um bom comportamento geral, bem como uma melhoria da qualidade ambiental interior descrita pelos utilizadores do espaço, quando comparadas com as anteriores caixilharias de madeira.

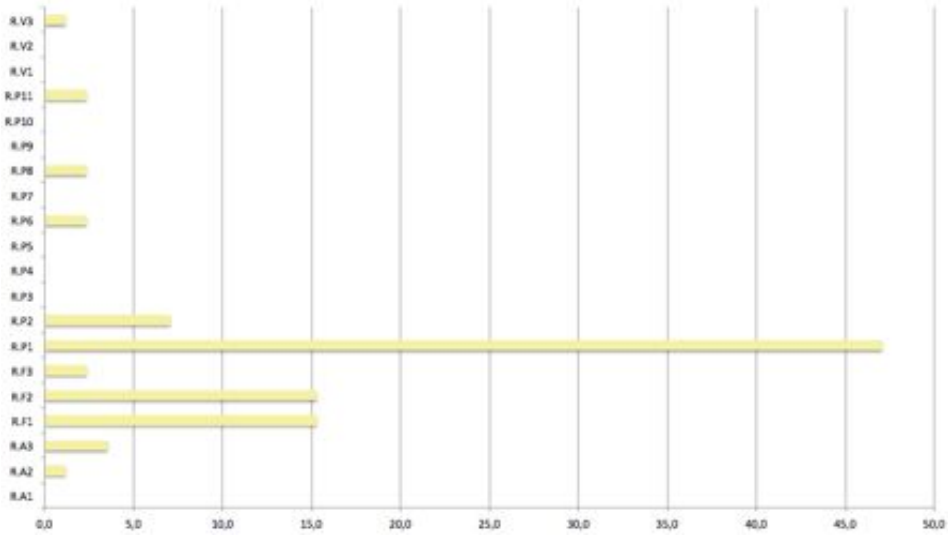


Figura 5.25: Análise percentual das técnicas de reabilitação mais utilizadas em sistemas de caixilharia de PVC.

5.5.10.3 Correlação entre técnicas de reabilitação e a tipologia

Parece também interessante analisar a correlação existente entre a tipologia das caixilharias inspecionada e as técnicas de reabilitação prescritas. Assim, realizou-se a contagem de todas as anomalias relacionadas com as ferragens, apresentando-se os resultados de acordo com a a tipologia designada para cada caso (Figura 5.26).

De referir, no entanto, que o pequeno número de caixilharias de guilhotina (3), pivotantes e vitrô (7) pode fazer com que os dados apresentados não correspondam a uma estimativa real. É fácil concluir ainda, que à excepção da tipologia oscilo-batente, em todas existe uma maioria da técnica R.F2 (afinação ou substituição do mecanismo de fecho). Os sistemas de fecho são uma das partes mais sensíveis ao utilizador e que carecem de mais manutenção, pelo que na falta desta é natural que existam danos.

Da amostra analisada, pode-se ainda concluir que os sistemas de fecho utilizados nas caixilharias pivotantes são os que necessitam de um maior cuidado de manutenção e reparação, seguidos pelos sistemas da caixilharia basculante e, por fim, da de batente e vitrô. Na maioria dos casos da caixilharia vitrô e em alguns casos de caixilharias basculantes de difícil acesso, os mecanismos de controlo de abertura eram acionados

por dispositivos de controlo remoto. Estes dispositivos eram frequentemente encontrados partidos, sem elementos, ou os poucos operacionais eram de muito difícil manuseamento, pelo que em muito contribuíram para o mau desempenho das respetivas tipologias neste parâmetro.

Nos casos da caixilharia oscilo-batente, a operacionalidade dos sistemas de abertura / fecho pode ser consequência da sua idade pouco avançada, ao mesmo tempo que as exigências reabilitativas das dobradiças se devem na sua maioria a falta de afinação. Embora seja um sistema mais complexo do que os sistemas simples de ferrolho, ou ferrolho e mola, apresenta ainda um melhor desempenho do que estes, em parte devido à má qualidade do material com que os segundos eram fabricados ou fixados às folhas móveis.

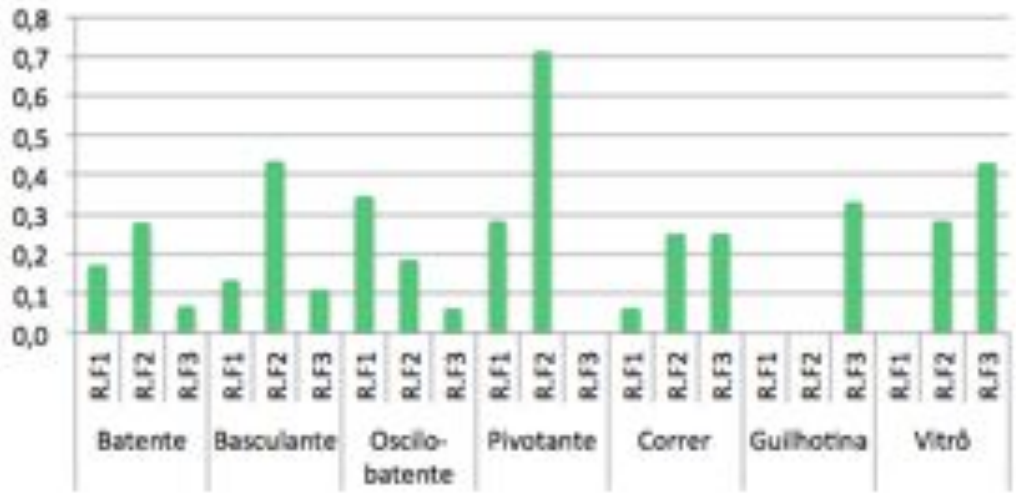


Figura 5.26: Análise comparativa do número e tipo de técnicas relacionadas com a sua tipologia (número médio de técnicas / unidade de caixilharia analisada).

5.5.10.4 Correlação entre técnicas de reabilitação e o revestimento

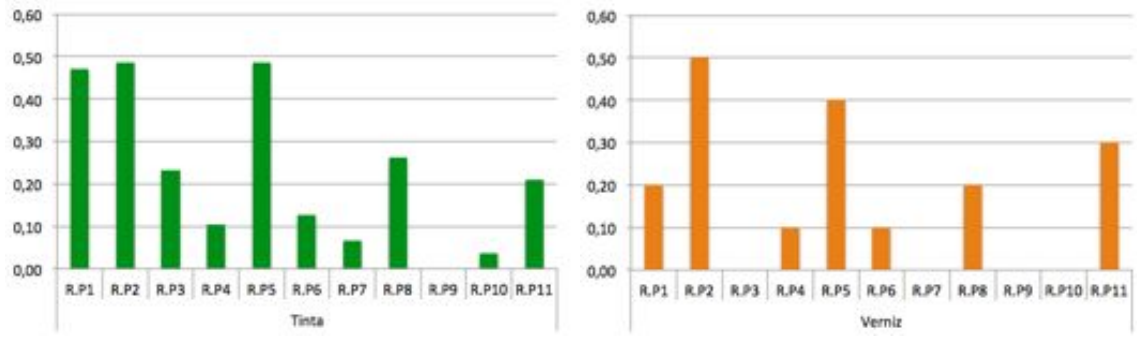
Pareceu interessante no elaborar deste trabalho realizar uma análise comparativa também nos casos dos revestimentos utilizados, uma vez que estes desempenham um papel preponderante na proteção contra os agentes agressores exteriores. Assim, fez-se uma análise da aplicação das técnicas relacionadas com a reabilitação de perfis para cada tipo de revestimento com uma presença relevante na amostra.

Embora, para além do revestimento, também a idade média de cada tipo varie (como no caso da anodização do alumínio, mais antiga, e da termolacagem, mais recente), bem como as caraterísticas dos revestimentos modernos sejam bastante diferentes da maioria analisada (caso das tintas), é ainda possível tirar algumas conclusões.

No caso dos revestimentos do tipo tinta, pela análise da Figura 5.27, vê-se que existe praticamente uma equivalência entre a reparação de revestimentos (R.P2) e a repintura da superfície, o que evidencia que, em metade dos casos, se preferiu repintar os elementos, à simples reparação de zonas específicas. Denota-se assim também a baixa durabilidade deste tipo de revestimento. Nos casos onde foi aplicada, a técnica R.P2 serviu na sua maioria para corrigir defeitos em zonas expostas à luz solar direta, pelo que a sua resistência à radiação UV é baixa, iniciando-se um processo de destacamento e escamação do revestimento, pouco tempo após a aplicação. Verifica-se também, que devido à baixa durabilidade do revestimento e pouca menutenção efetuada, é o revestimento com mais ocorrências médias da técnica R.P8 (substituição de caixilhos), normalmente aplicada em casos de degradação avançada do material, provavelmente causada

por semelhante degradação do revestimento. Este revestimento foi sobretudo encontrado em caixilharias de madeira e ferro, o que levou à maior incidência das técnicas R.P3 (reparação de zonas degradadas por corrosão) e R.P11 (aplicação de betumes), resultados também da degradação pontual ou generalizada da camada protetora de revestimento.

Já no caso dos revestimentos em verniz, o desempenho está ligado à sua localização e utilização. Os casos onde foi utilizado o revestimento em verniz foram espaços nobres como por exemplo capelas, revestimentos interiores de gabinetes ou portas sombreadas. Em resultado deste tipo de utilização, existe um maior cuidado, como se pode ver pela reduzida incidência da técnica R.P1 (limpeza da caixilharia), sendo de todos os revestimentos, a menor. No entanto, pode ver-se que nos elementos envernizados existem bastantes casos onde em determinadas zonas o revestimento se degradou, normalmente em resultado da incidência solar numa parte do dia. Nessas zonas, a madeira fissura, motivando a aplicação de betumes (R.P11) e a reparação pontual do revestimento (R.P2). Em alguns casos, normalmente de exposição total ao sol desaconselhada, foi sugerida a total reparação do envernizado, dado o seu avançado estado de degradação, ou a substituição de elementos (R.P8).



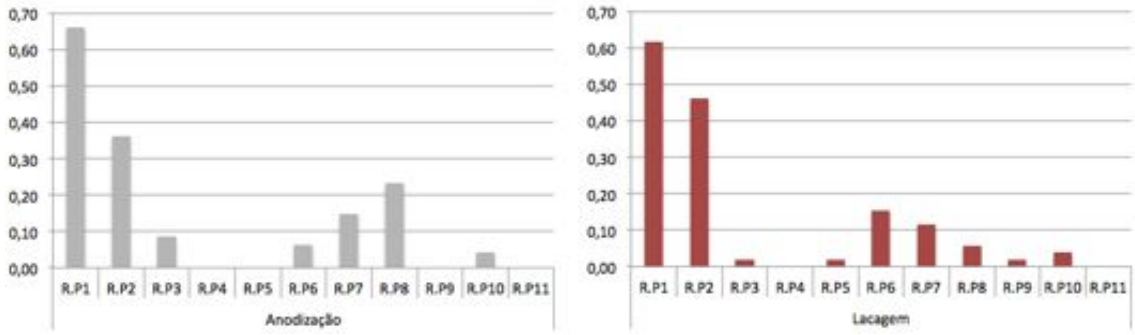
(a) (b)

Figura 5.27: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face ao revestimento do tipo: 5.27a) tinta; 5.27b) verniz.

Nos casos onde o revestimento utilizado foi a anodização (Figura 5.28), de acordo com o esperado, verificou-se uma boa condição geral do mesmo. Na maioria dos casos onde foi sugerida uma reparação, tratava-se apenas de pequenos danos, como riscos e picadas, que, não sendo determinantes para a degradação do material, poderiam causar fenómenos localizados de corrosão (R.P3: reparação de zonas degradadas por corrosão) e um má estética. Não foram detetadas situações de degradação avançada face à radiação UV, embora fossem observadas situações de degradação avançada por cloretos junto ao litoral ou de defeitos pontuais causados por impactos de objetos.

Os revestimentos lacados, por outro lado, tiveram um desempenho abaixo do esperado e do anunciado pelos fabricantes. Foram inspecionados vários casos de degradação solar, onde a coloração foi modificada. Foram observadas ainda situações onde a degradação da cor, para além de avançada, não era uniforme, tendo um aspeto manchado. Existiram também casos onde, resultado de má utilização ou de impactos, o revestimento foi afetado. A sua utilização em portas era muitas vezes marcada por um mau estado geral do revestimento na sua zona inferior. Assim, consegue-se uma taxa de utilização da técnica R.P2 (reparação de revestimentos) quase tão alta como no caso dos revestimentos com base em tintas, com a diferença de que a reparação deste tipo de revestimentos não é tão fácil, nem apresenta as mesmas garantias que os revestimentos de tinta. Também na maioria das vezes em portas, foi visto uma acentuada deformação dos elementos que, não estando diretamente relacionada com os revestimentos, pode causar problemas na sua

substituição no caso de os elementos complementares estarem já degradados pela incidência solar.



(a) (b)

Figura 5.28: Frequência relativa das técnicas de reabilitação face ao revestimento do tipo: 5.28a) anodização; 5.28b) lacagem.

Os casos onde não houve aplicação de revestimentos protetores são na sua maioria de sistemas em PVC. A discussão de um gráfico similar ao que apresentado neste ponto já foi feita (Figura 5.25), pelo que se remetem quaisquer esclarecimentos para a análise da mesma.

5.5.10.5 Correlação entre técnicas de reabilitação e a idade

É também interessante a análise das técnicas de reabilitação aplicadas consoante a época de instalação da caixilharia. A análise deste factor é no entanto indissociável dos materiais predominantes de cada década, bem como da qualidade dos seus acessórios e componentes.

Pela interpretação da Figura 5.29 pode-se concluir que, nas caixilharias anteriores a 1960, a técnica R.A2 (reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes) esteve presente em 77% das caixilharias analisadas deste período. A elevada frequência desta técnica prende-se com a utilização de massas de vidraceiro com base de óleo de linhaça, com um curto período de vida útil, uma baixa elasticidade e pouca resistência à radiação UV e outros agentes agressores. A substituição das massas existentes é em muitos casos a melhor solução, sendo, que nos casos de caixilharias de baixo ou nulo valor histórico, é recomendada a substituição por mastiques ou silicones de melhor qualidade. A má qualidade das tintas utilizadas pode também ser verificada na elevada frequência da técnica R.P5 (repintura da superfície). No entanto, na maioria dos casos, apenas se recomendava esta repintura na superfície exterior, sendo que na maior parte dos casos a superfície interior não exposta à radiação UV estava ainda em bom estado, recomendando-se para o interior apenas alguns casos de reparação de revestimentos (R.P2). A prescrição da técnica R.V2 (reparação de envidraçados) prende-se com a existência de vidros históricos neste grupo, riscados ou de alguma maneira necessitados de operações de reabilitação que evitem ao máximo a sua substituição.

Na década seguinte (1960-1970), manteve-se o uso da massa de vidraceiro, existindo ainda uma introdução do alumínio como material de caixilharia, sobretudo anodizado. Assim, inicia-se a utilização da técnica R.A1 (reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes), até aqui inexistente. É de salienter ainda o forte decréscimo de utilização de técnicas relacionadas com ferragens, decorrente da utilização do aço inoxidável, em detrimento do ferro fundido usado até então. A técnica R.P5 mantém-se, pois nesta altura coexistiam ainda caixilharias de madeira e ferro, protegidas com tintas de fraca qualidade e resistência, ou a precisar de urgente manutenção devido à sua idade.

Na década de 1970-1980, é de assinalar que a técnica R.P5 (repintura da superfície) sofre um forte decréscimo, decorrente da utilização de revestimentos anodizados, subindo ligeiramente a técnica R.P2 (re-

paração de revestimentos) a sua frequência relativa. Mantém-se a utilização da técnica R.A2, resultante da má qualidade dos mastiques até esta altura, mesmo das massas e silicones utilizados para fazer a selagem entre as caixilharias de alumínio anodizado e o vão, que na maioria dos casos para esta altura são inexistentes. Vê-se que a técnica R.P5 contínua a decrescer em utilização, resultado do aumento da utilização de alumínio anodizado, o mesmo acontecendo com a técnica R.P11 (aplicação de betumes em fendas), devido à menor utilização de caixilharias de madeira.

Na década de 1980-1990, ocorre um interessante aumento da utilização da técnica R.P1 (limpeza da caixilharia), ao mesmo tempo que se observa um decréscimo generalizado dos restantes, denotando não só um aumento substancial da qualidade geral da caixilharia analisada, como a despreocupação com a sua manutenção e limpeza. Nesta década, introduz-se no mercado o alumínio lacado, com o consequente aumento da técnica R.A1 e da utilização de borrachas vedantes, e a diminuição da utilização de técnicas relacionadas com a reabilitação de perfis.

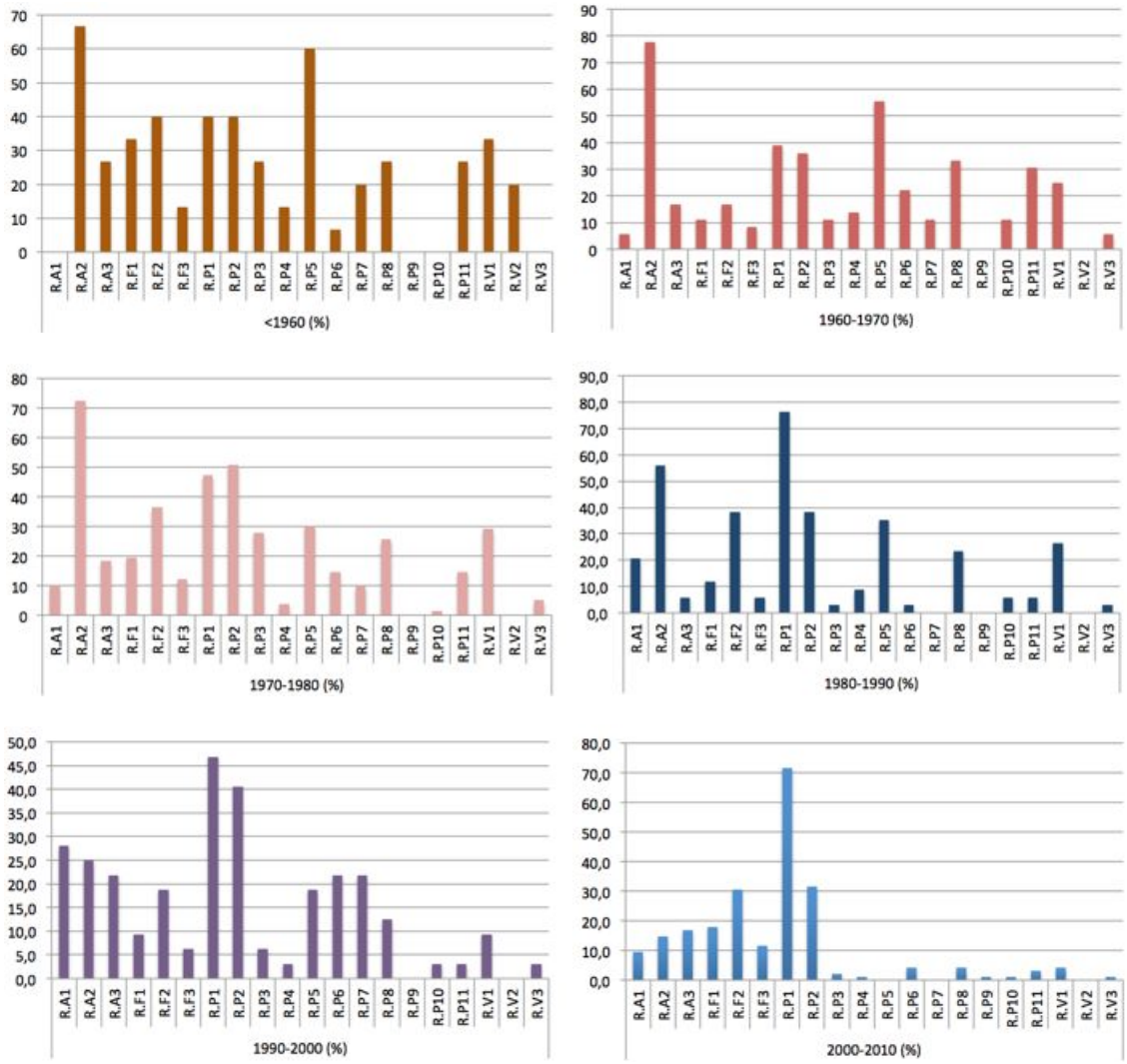


Figura 5.29: Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da data de instalação da caixilharia.

Na década seguinte, existiu um investimento nas oficinas, garagens e parques-auto nas unidades visitadas, com a utilização de grande painéis em ferro / aço, o que pode explicar o aumento das técnicas relacio-

nadas com reparação de perfis. No entanto, aumentou também a necessidade de reparação dos acessórios que acompanham as caixilharias, pela primeira vez com destaque para a reparação das borrachas vedantes extrudidas (R.A1). Observa-se também a primeira queda na técnica R.V1 (substituição do envidraçado), denotando que nestas caixilharias, muitas vezes já em vidro duplo, existe uma maior preocupação com a substituição de vidros partidos e danificados, bem como uma menor propensão a quebrar (vidros duplos, mais grossos e resistentes).

Devido à data da colocação mais recente e da qualidade teoricamente superior, embora fossem a maior fatia das caixilharias analisadas (95), as caixilharias instaladas na década entre 2000 e 2010 foram as que menos necessitaram de técnicas de reabilitação. O destaque vai largamente para a limpeza da caixilharia, pois em alguns casos a acumulação de detritos chegava a ser a única anomalia a registar. É de notar que os sistemas de fecho continuam a apresentar grandes necessidades de manutenção e reparação (R.F2), bem como os mastiques (R.A2), existindo ainda elementos específicos com facilidade em se soltar (pingadeiras) e degradar, causando ainda a prescrição da técnica R.A3. A técnica R.P2 aparece também fruto da degradação dos revestimentos termolacados de alumínio em resultado da degradação da radiação UV, ou de utilizações inadequadas da caixilharia que provoquem dano no seu revestimento.

5.5.10.6 Correlação entre técnicas de reabilitação e a envolvente

As técnicas prescritas para ambientes urbanos e rurais são bastante semelhantes, sendo a principal diferença a maior necessidade de limpeza da caixilharia (R.P1) em envolventes urbanas, decorrentes da maior concentração de pombos, da proximidade do mar, e dos detritos transportados pelo vento em Lisboa. Este aumento da prescrição de limpeza das caixilharias pode também estar relacionado com o maior número de janelas por edifício, o seu maior tamanho em altura e a dificuldade superior na sua limpeza. Pode-se também observar uma maior prescrição da repintura de revestimentos em ambientes rurais (R.P5), pois não sendo o aspeto exterior tão valorizado como nas cidades, pode existir da parte dos proprietários menor cuidado com a aparência exterior das caixilharias, associado à maior incidência solar resultante da menor densidade de edifícios.

Quanto às diferenças obtidas para ambientes marítimos, o resultado não foi o esperado, existindo apenas um aumento de cerca de 10% dos casos onde foi prescrita a técnica R.P3 (reparação de corrosão) e a reparação de dobradiças (R.F1). Isto deveu-se a uma boa utilização do material, pois as 25 caixilharias analisadas neste ambiente eram na sua maioria de alumínio termolacado de instalação recente, sendo as restantes em madeira. As ferragens utilizadas eram na maioria de aço inoxidável, ou alumínio revestido por uma camada protetora. Ressalva-se ainda assim a importância de limpezas periódicas, de modo a impedir a fixação de cloretos potenciadores de corrosão, até em alumínio.

5.5.10.7 Correlação entre técnicas de reabilitação e a orientação da fachada

Ao analisar as diferenças obtidas para as técnicas prescritas em fachadas com orientações diferentes, vê-se facilmente (Figura 5.31) que a orientação Este tem uma menor incidência geral nas técnicas de reabilitação. Pode dever-se à incidência solar nesta direção não coincidir normalmente com o pico diário de temperatura ou a incidência solar matinal permitir a evaporação do orvalho nocturno, o que não permite a acumulação de humidades e contribui para a longevidade da caixilharia.

É interessante no entanto observar que o mesmo não acontece na direção Oeste, que tem praticamente os mesmos níveis de anomalias das direções Norte e Sul. Isto pode dever-se às caixilharias analisadas no litoral voltadas para Oeste apresentarem degradações maiores resultantes de ventos marítimos.

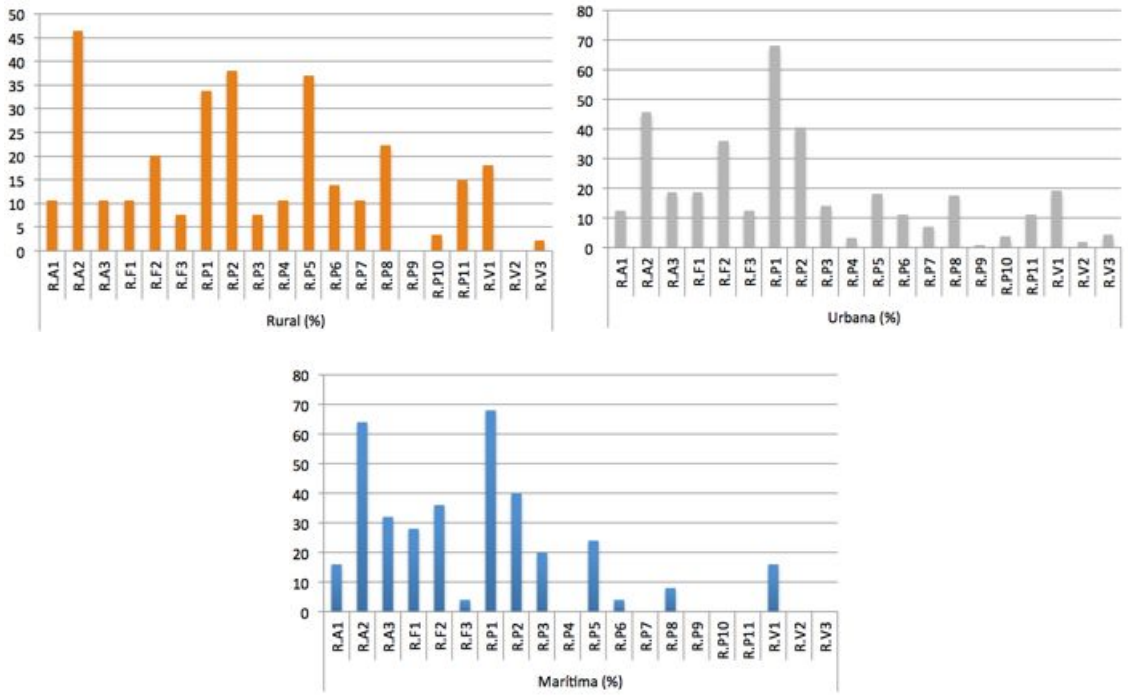


Figura 5.30: Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da envolvente.

É também de notar uma maior prescrição da técnica R.A2 (reparação, substituição ou introdução de mastiques), nas caixilharias voltadas para o quadrante Sul que, embora menor do que o esperado, é ainda significativo (13% a mais que o quadrante Norte). O mesmo acontece com a técnica R.P11 (colocação de betumes em fendas), resultado da maior exposição dos materiais à radiação solar.

5.5.10.8 Correlação entre técnicas de reabilitação e a exposição solar

Pode observar-se na Figura 5.32 que o facto de a caixilharia estar ou não exposta à radiação solar não é indiferente para a sua reabilitação. Observam-se as principais diferenças nas técnicas R.A2 (reparação, substituição ou introdução de mastiques) e R.P5 (repintura de revestimentos), denotando-se uma maior prescrição em caixilharias expostas à radiação solar.

É de referir também que embora numa menor escala, todo o grupo das técnicas de reabilitação relacionadas com acessórios foi exponenciado quando estudado em caixilharias expostas à radiação UV. Daqui se pode inferir que há uma notória falta de resistências das borrachas vedantes, mastiques e plásticos quanto à exposição solar e à radiação UV. O mesmo se pode dizer das tintas, ilustradas pela maior frequência da técnica R.P5.

5.5.11 Elaboração de caixilharia-tipo

De modo a facilitar a análise de custos de reabilitação e análise de opções de substituição de caixilharias, escolher o melhor sistema a adoptar e fazer a síntese e média de todos os sistemas de caixilharia inspecionados, parece interessante a elaboração de uma caixilharia-tipo para as janelas e portas estudadas. Nesta secção, vai-se assim proceder a algumas ilações, com vista à obtenção de um modelo de caixilharia que possa ser utilizado para esses fins, tendo em conta as caixilharias analisadas, as respetivas datas de instalação e o que se prevê ser o futuro dos materiais aplicados.

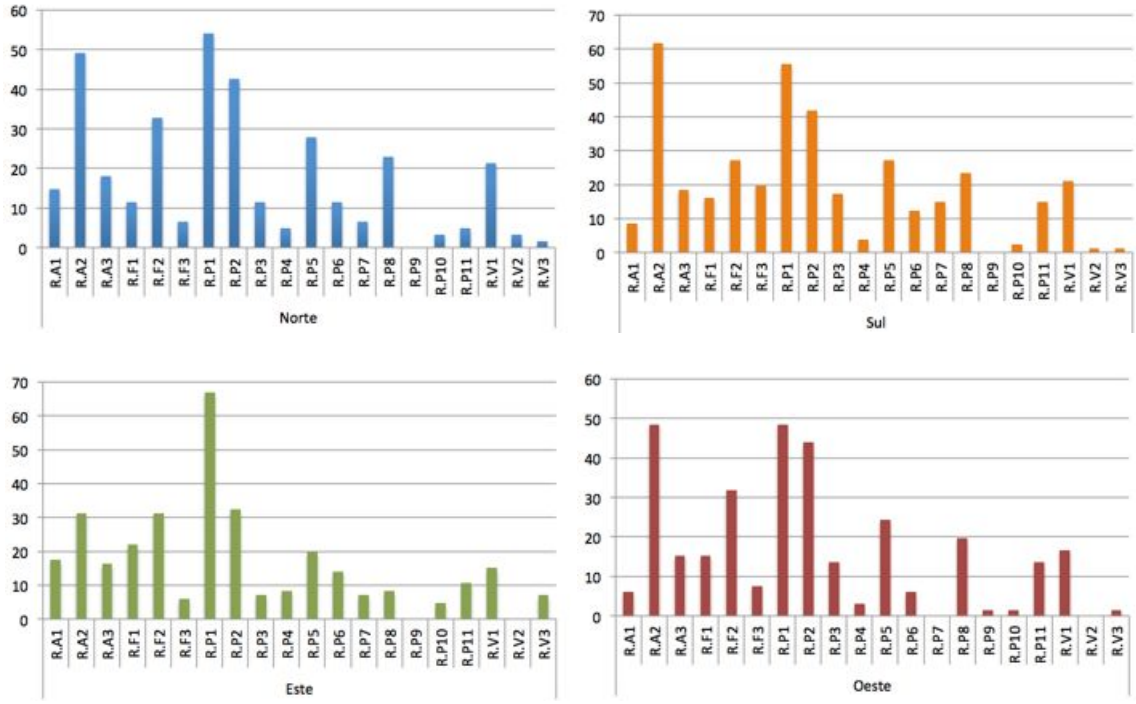


Figura 5.31: Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da orientação.

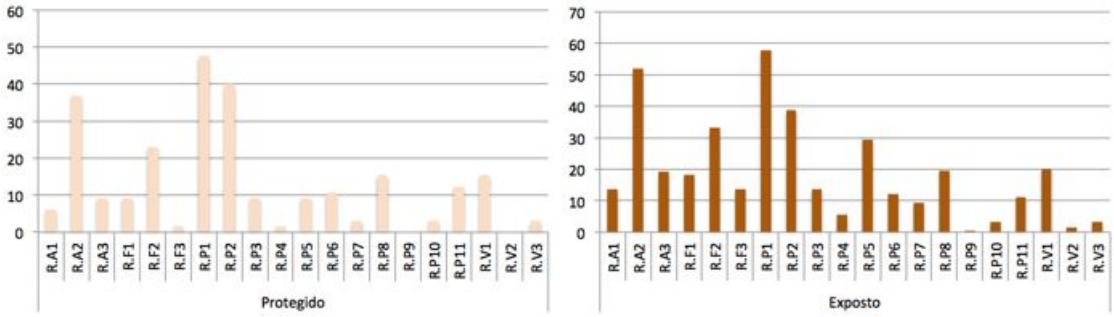


Figura 5.32: Frequência relativa das técnicas de reabilitação adoptadas em função da exposição solar.

Para a definição do vão médio, basta realizar a média de todos os vãos analisados, resultando o valor de 1,5 metros em altura e largura para a janela, e 2,5 por 1,55 metros em altura e largura respetivamente, para a porta (Figura 5.33). A cota média desta janela é de 3,5 metros, numa posição central de fachada, instalada numa divisão com utilização típica de gabinete. Estarão ambas situadas numa zona térmica B / B (Inverno / Verão), numa zona de vento B e com um grau médio de agressão por agentes poluentes. A data mais provável de instalação terá sido na década de 2000-2010 (opção tomada com margem de 12 ocorrências de vantagem apenas para a década de 1980-1990), o material utilizado será o alumínio ou a madeira (72 / 69 ocorrências no caso da janela e 24 / 24 no caso da porta, respetivamente) com uma tipologia composta, onde a parte superior será uma bandeira fixa ou basculante e a parte inferior composta por duas folhas móveis de batente, no caso da janela, e batente de duas folhas e bandeira fixa no caso da porta.
A escolha do material teve em consideração o mau comportamento geral das portas em alumínio, pelo que se optou por idealizar a janela-tipo em alumínio e a porta-tipo em madeira, de maneira a exprimir os resultados obtidos da equivalência entre os dois materiais.

O preenchimento das folhas será feito em vidro simples para ambas e o revestimento dos materiais será em tinta, no caso da madeira, e termolacado no caso do alumínio. Será no entanto alumínio sem corte térmico, e em ambos os casos sem marcação CE, e onde nunca foram realizadas operações de manutenção. Na maioria dos casos, estará também sujeita à ação direta do Sol e do vento, existindo uma igualdade de probabilidade relacionada com a orientação da fachada, com ligeira vantagem para orientações a Este e Oeste. Estão ainda a uma distância superior a 5 km em relação à costa e a uma altitude média de cerca de 200 metros.

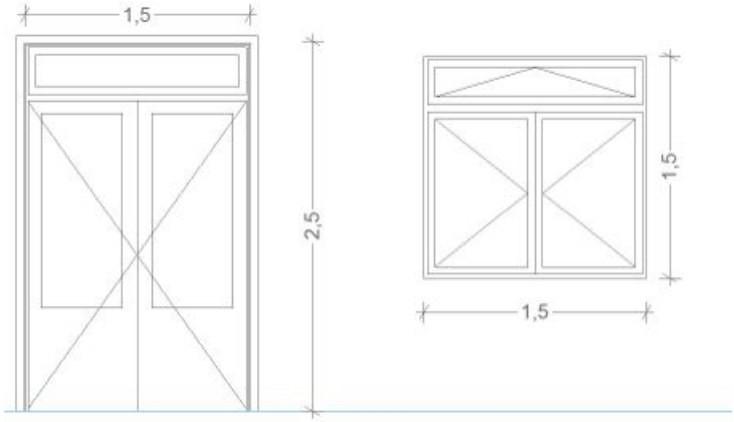


Figura 5.33: Esboço do modelo encontrado de modo a representar as medidas e tipologias da média das caixilharias observadas.

5.5.12 Síntese do capítulo

Neste capítulo, foram apresentados e analisados os resultados das inspeções efetuadas a 295 caixilharias, com o intuito de validar o sistema de reabilitação proposto. Neste sentido, foram contabilizadas no total 919 situações anómalas, relacionadas também com um total de 1018 técnicas de reabilitação. o que permitiu efetuar a calibração da matriz de correlação de anomalias - técnicas de reabilitação.

O método de inspeção foi visual e o registo foi feito recorrendo a *fichas-tipo* de inspeção, (onde foram registadas as caraterísticas da caixilharia analisada e dos agentes agressores) e de validação (onde foram registadas as anomalias, causas prováveis e técnicas de reabilitação sugeridas). A par do registo, foi feita também uma recolha fotográfica pormenorizada, para posteriores esclarecimentos e debates sobre cada situação.

Na utilização de materiais, pode observar-se que o alumínio foi o material mais utilizado (100 ocorrências), seguido de perto no entanto pela madeira (96 ocorrências). O revestimento mais utilizado foi a tinta (134 ocorrências), o material de preenchimento principal foi o vidro simples (197 ocorrências) e o sistema de abertura / fecho principal foi o sistema de batente (157 ocorrências).

Observou-se que as anomalias mais registadas foram a A.D1 (descolamento / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massa de vidraceiro) com 164 ocorrências, a anomalia A.E1 (degradação do revestimento) com 164 ocorrências e a anomalia A.M1 (acumulação de detritos / sujidade ou colonização biológica) com o mesmo número de ocorrências. As técnicas de reabilitação mais prescritas foram a técnica R.P1 (limpeza da caixilharia) com 168 ocorrências, a técnica R.A2 (reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes) com 139 ocorrências e a técnica R.P2 (reparação de revestimentos) com 117 ocorrências. A maior prescrição da técnica R.P1 é explicada pela necessidade da sua utilização em complemento de outras técnicas.

Concluiu-se também que o material com mais necessidade interventiva é o ferro / aço (com uma média de 4,2 técnicas de reabilitação por caixilharia), sendo o material com menos necessidade de intervenção reabilitativa da amostra o PVC (com uma média de 1,7 técnicas de reabilitação por caixilharia). Em relação à tipologia de fecho, o sistema com mais necessidades de reabilitação foi o sistema pivotante quanto ao sistema de fecho e o com menos necessidade foi o oscilo-batente (considerando que os dados relativos ao sistema de guilhotina não são suficientes para amostra).Quanto aos revestimentos, o revestimento com mais necessidades de reabilitação foi a tinta (considerando a maior frequência relativa das técnicas R.P2 e R.P5), e o revestimento com menores necessidades a anodização (pelo mesmo método).

Quanto aos fatores de degradação, o factor mais relevante revelou ser a idade da caixilharia, seguido pela exposição solar, a orientação da fachada e, por último, sendo o factor que menos provou influenciar a velocidade de degradação da caixilharia, a envolvente.

Capítulo 6

Conclusões gerais e perspectivas de desenvolvimento futuro

6.1 Considerações finais

Hoje em dia, a utilização e as exigências funcionais e estéticas que são impostas às caixilharias tornaram este componente dos edifícios um elemento complexo, com uma grande utilização de tecnologias diversas e cada vez mais avançadas. Ocorre assim a utilização de materiais de vários tipos (em alguns casos desenvolvidos especificamente para caixilharias), diversos sistemas de abertura / fecho, vários tipos de revestimentos e acabamentos, sistemas de proteção certificados e inovadores, entre outros, que continuam num desenvolvimento constante. Neste sentido, espera-se que seja conseguido um aumento da vida útil das caixilharias, um melhor comportamento térmico, resistência mecânica, comportamento ao fogo e segurança contra incêndios, comportamento acústico e estanqueidade para níveis que se possam equiparar cada vez mais a paredes de alvenaria correntes ou até a níveis superiores nos próximos anos.

Contudo, há que ter em consideração também a necessidade de manutenção e reabilitação do conjunto de caixilharias existentes em Portugal, de maneira a por um lado limitar os custos económicos decorrentes da total substituição, e por outro aumentar a vida útil dos materiais existentes, salvaguardando o meio ambiente e permitindo que apenas sejam substituídos os sistemas na total impossibilidade de reparação. Existe também uma vantagem implícita no atraso da reparação que se prende com um maior avanço das técnicas, sistemas e materiais no intervalo de substituição e com o aumento da vida útil da caixilharia existente. Isto permite, na altura da substituição, um melhor leque de opções e uma vantagem histórica associada a edifícios importantes, nos quais deve ser mantido o melhor possível o aspeto e os materiais da caixilharia inicial.

Neste sentido, o trabalho desenvolvido pretende sistematizar a reparação dos vários tipos de anomalias caraterísticas de caixilharias, com base na sistematização das mesmas e na definição de técnicas de reabilitação com elas relacionáveis. Em conjunto com SANTOS ([5]), procedeu-se à criação de um sistema de inspeção e diagnóstico, que permite a reabilitação dos diversos tipos de tecnologias associadas a caixilharias, da melhor maneira possível no momento presente. Deve-se lembrar, contudo, a evolução contínua não só dos métodos de inspeção e diagnóstico, como das técnicas reabilitativas associadas aos novos materiais e sistemas para uma possível inadequação no futuro desta dissertação.

Considera-se essencial a realização de inspeções executadas com um sistema subjacente, antes da execução de quaisquer trabalhos de reabilitação, o que não deve contudo ser sinónimo da utilização de uma metodologia reactiva em detrimento de uma estratégia mais pró-activa. Especialmente no caso de caixi-

lharias, a adopção observada de metodologias reactivas é, em muitos casos, causa de uma degradação exponencial do material, bem como da diminuição acentuada da qualidade do ambiente interior causada por um mau estado da guarnição dos vãos. São feitas recomendações de manutenção em §2 que se corretamente cumpridas, podem assegurar uma diminuição dos custos globais do edifício assim como uma maior satisfação com a qualidade do ambiente interior das várias divisões.

6.2 Conclusões gerais

Este subcapítulo é reservado às conclusões gerais resultantes da elaboração dos vários capítulos anteriores, remetendo-se as conclusões específicas para o fim do respetivo capítulo. No que diz respeito ao capítulo 2, referente à tecnologia actual aplicada aos sistemas de caixilharia, podem retirar-se as seguintes ilações:

• a grande diversidade existente de sistemas de caixilharia, com diferentes materiais, revestimentos e tipologias, faz com que tenha de existir uma rigorosa seleção do tipo específico mais adequado para cada situação, analisando cuidadosamente o tipo de envolvente, exposição solar, precipitação, gradiente térmico, ciclos de gelo-degelo, níveis de ruído, proximidade do mar, força do vento, entre outros fatores, sob pena de não se conseguir um eficaz aproveitamento do material, do seu comportamento e da sua durabilidade;

• é importante uma maior sensibilização e fiscalização junto aos fabricantes, detentores de sistemas, vendedores e consumidores de sistemas de caixilharia em relação à marcação CE, de modo a que se produzam e comercializem caixilharias com qualidades mínimas garantidas por testes certificados;

• à semelhança do que acontece hoje em dia com os eletrodomésticos, considera-se essencial a existência de uma etiqueta normalizada e certificada, informativa do consumidor e aos profissionais do ramo em relação às caraterísticas de determinado sistema de caixilharia para que, de uma maneira simples e eficaz, estes possam ter uma correta noção das capacidades e especificidades de cada sistema;

• existe uma necessidade de divulgar, importar e comercializar em Portugal novos sistemas e materiais existentes noutros países, com comportamentos anunciados de grande qualidade e que são ainda praticamente desconhecidos a nível nacional (a fibra de vidro, por exemplo);

• para além da necessidade de fiscalização da regulamentação existente, é preciso também criar organismos ou testes que certifiquem e controlem a qualidade de diversos componentes, à semelhança do que acontece com os revestimentos de alumínio com o *QUALINOD e QUALICOAT* para a anodização e para a termolacagem, respetivamente;

• de modo a evitar sucessivas situações de deficiente montagem de caixilharias, ou instalações mal executadas, deveriam ser fomentadas e tornadas obrigatórias formações de montadores de janelas, com a atribuição do respetivo CAP;

• tendo em consideração a difícil adaptação de sistemas de alumínio a alterações com fins reabilitativos e de modo a facilitar a substituição de elementos e acessórios, seria benéfica uma maior normalização dos acessórios e elementos utilizados da parte da indústria produtora, evitando uma panóplia elevada de tipos de encaixes, matrizes extrusoras, parafusos, mastiques, borrachas de vedação, entre outros elementos, o que às vezes torna impossível a recuperação das caixilharias por falta de peças de substituição;

• deve existir um adequado planeamento de obra, de modo a evitar a danificação prematura das caixilharias com respingos de argamassa, tintas e outros, garantindo que a sua instalação é feita no momento certo, e a sua proteção assegurada;

• no plano de manutenção do edifício, devem ser contempladas as ações de manutenção previstas pelo fabricante dos sistemas aplicados e deve ser garantida pelo proprietário a sua realização.

No capítulo 3, dedicado à patologia de caixilharias, podem ser elencadas as seguintes conclusões:

• de maneira a conseguir uma aplicação eficaz das técnicas de reabilitação, é essencial efetuar uma avaliação correta dos mecanismos de formação / evolução das anomalias;
• o processo de identificação das anomalias e suas causas não se traduz numa relação direta, uma vez que para uma anomalia podem existir diversas causas, tal como a mesma causa se pode traduzir em vários tipos de anomalias;
• podem ocorrer casos onde a principal causa de uma anomalia seja notoriamente outra anomalia, tornando-se essencial descobrir a causa da segunda de modo a evitar fenómenos de repatologia;
• sempre que possível, devem ser utilizados equipamentos técnicos de diagnóstico, de modo a permitir um melhor diagnóstico e uma melhor reabilitação, por consequência;
• um melhor diagnóstico traduz-se na grande maioria dos casos em poupanças económicas na reabilitação, pois com uma noção real da extensão dos danos podem ser realizados melhores orçamentos ou em último caso, fazer uma escolha informada de substituição.
Da análise do capítulo 4, referente à reabilitação de caixilharias, retiram-se as seguintes conclusões:
• as técnicas de reparação podem classificar-se como curativas, preventivas ou de manutenção;
• embora o sistema classificativo proposto apenas inclua técnicas que incidem diretamente sobre a caixilharia, para uma reparação eficaz das causas de algumas anomalias, existe a necessidade de se intervir na envolvente da caixilharia, nomeadamente no paramento do vão, nas ligações aro - vão, nas soleiras e peitoris, entre outros;
• a aplicação de técnicas de reabilitação simples e de baixo custo económico pode traduzir-se em elevados ganhos no comportamento térmico e acústico, na permeabilidade ao ar e na qualidade geral do ambiente interior (por exemplo, a aplicação da técnica R.A2: introdução, reparação ou substituição de mastiques);
• qualquer reabilitação de caixilharias deve ser feita tendo em conta a identidade inicial do sistema, mas utilizando os materiais mais modernos, duráveis e com o melhor comportamento possível, numa perspectiva económica adequada;
• a escolha da técnica de reabilitação a aplicar em cada caso deve resultar de uma cuidada ponderação entre fatores económicos e técnicos, bem como da possibilidade de substituição;
• na totalidade dos fabricantes contactados, em alguns casos após envio de algumas fotos e após contacto telefónico noutros, foi aconselhada a remoção da caixilharia; as excepções a esta regra foram as situações onde apenas as borrachas ou os mastiques estavam danificados.
Do capítulo dedicado à validação do sistema e à análise estatística da amostra, devem retirar-se as seguintes conclusões:
• graças à dimensão e tipologia da amostra, foi possível efetuar de forma consistente a adequação da matriz de correlação anomalias - técnicas de reparação teórica ao que foi encontrado no trabalho de campo, efetuando algumas alterações na mesma, que se espera servirem para uma melhor calibração à realidade;
• a utilização da matriz de correlação não deve ser feita sem uma cuidada avaliação do estado de degradação dos materiais e acessórios da caixilharia, pois a adequação de determinada técnica a uma respetiva anomalia pode variar com a sua estabilização, profundidade, nível de gravidade, extensão, anomalias associadas e ainda outros condicionalismos;
• o material predominante na amostra analisada foi o alumínio, seguido pela madeira, PVC e ferro / aço, registando estes materiais uma média de 3,5, 3,9, 1,7 e 4,2 técnicas de reabilitação aplicadas a cada tipo de material por caixilharia inspecionada, respetivamente; estes números ilustram que, na amostra analisada, o material PVC foi o que registou menos necessidades de reabilitação, seguido pelo alumínio, a madeira e o ferro / aço;
• a principal tipologia encontrada foi a de batente, seguida pelas caixilharias fixas, basculantes e oscilobatentes, que registaram no somatório das operações de reabilitação relacionadas com ferragens 0,6, 0 e

0,6 técnicas de reabilitação aplicadas a cada tipo de material por caixilharia inspecionada, respetivamente; prevê-se ainda que, para a utilização mais comum dos espaços analisados (gabinetes), a tipologia mais utilizada futuramente será a do tipo oscilo-batente;

• o preenchimento mais comum foi ainda o de envidraçado simples, com uma ampla vantagem para o preenchimento em envidraçado duplo; isto pode causar um maior gasto energético dos espaços, um menor isolamento acústico entre outras desvantagens, pelo que é recomendada a troca do envidraçado, assim que possível, por uma unidade de melhor desempenho, o que no entanto não foi registado no trabalho de campo explicando a baixa frequência da técnica R.V1 (substituição do envidraçado) face ao que seria de esperar neste panorama;

• o revestimento com maior utilização foi a tinta, maioritariamente em madeira e ferro / aço, seguida pela termolacagem, maioritariamente em alumínio e pela ausência de revestimento, maioritariamente em PVC; estes revestimentos registaram uma média de técnicas de reabilitação aplicadas a cada tipo de material por caixilharia inspecionada de 0,97 no caso da tinta, 0,48 na lacagem e 0,125 no caso da ausência de revestimentos; prevê-se ainda o aumento da utilização de materiais sem revestimento como o PVC ou a fibra de vidro, utilizando pigmentos na sua constituição e com uma resistência aos agentes agressores que lhes permita a ausência de revestimentos protetores, ao mesmo tempo que a adopção de sistemas termolacados tende a diminuir face ao descoloramento observado quando se encontram em forte exposição à radiação UV;

• os principais fatores de degradação de uma caixilharia identificados foram a idade, a orientação, a exposição solar e o tipo de envolvente, podendo contudo existir outros que influenciem grandemente a degradação das caixilharias, como a precipitação, a temperatura média interior e exterior, entre outros, que não foram considerados neste trabalho;

• a grande maioria das empresas contactadas afirmou que não realizava trabalhos de reabilitação em caixilharias, tendo sido sugerido pelas mesmas a substituição da caixilharias, alegando motivos económicos;

Após elaboração deste trabalho, e num âmbito mais generalizado, podem retirar-se também as seguintes conclusões:

• o estado de conservação da maioria das caixilharias analisadas é de alguma degradação, existindo casos de total inadequação das caixilharias à utilização dada aos compartimentos;

• não houve conhecimento de nenhum programa de inspeções e manutenções de caixilharias nas unidades visitadas;

• existia na maioria das unidades a capacidade de reparar algumas das anomalias mais comuns, melhorando substancialmente a qualidade do ambiente interior e comportamento das caixilharias;

• foram observados casos exemplares de reabilitação de caixilharias levadas a cabo pela própria unidade, segundo foi informado (por exemplo as oficinas de Vendas Novas e a generalidade dos edifícios em Viseu);

• deve ser incentivada a manutenção das caixilharias existentes, pois corre-se o risco de existirem substituições de caixilharias que ficariam funcionais após pequenas operações reabilitativas;

• pode ainda ser efetuado um estudo de viabilidade económica de reparação da amostra, com base em resultados do tratamento dos dados estatísticos obtidos e dos valores obtidos junto aos fabricantes de caixilharias relacionados com as diferentes técnicas; assim, dividindo os tipos de caixilharia por materiais, obtiveram-se os valores constantes da Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Estimativas dos preços médios de reabilitação por caixilharia e por material.

Preço médio de reabilitação por material por caixilharia-tipo (€)			
Alumínio	Madeira	PVC	Ferro / Aço
77,52	103,13	29,61	114,95

6.3 Perspectivas de desenvolvimentos futuros

Para uma correta validação da informação contida neste trabalho, seria essencial a aplicação e estudo das técnicas aqui descritas *in situ*. Para isto, poderiam ser contactadas empresas especializadas em reabilitação de caixilharias, de modo a conseguir monitorizar não só a aplicação das técnicas e dos materiais, como também realizar a sua contabilização e o comportamento das reparações efetuadas pelo menos a médio prazo. Desta maneira, os custos associados a cada operação seriam aferidos com maior rigor, sendo os custos dos planos de manutenção pró-activa efetuados com maior exatidão, levando a uma análise do custo do ciclo de vida das caixilharias mais correta.

Para uma melhor análise do ciclo de vida da caixilharia, deveriam também ser elaboradas curvas de degradação dos diversos componentes, materiais e tipos de revestimentos utilizados em caixilharias. Deveriam assim, ser tidos em consideração diversos fatores, de acordo com o elemento em estudo e o que mais influencia o seu comportamento. Deste modo, seria possível tirar melhores conclusões sobre quais os elementos, materiais e revestimentos a aplicar para cada situação ou como alterar a exposição desses elementos aos agentes agressivos de maneira a estender o seu período de vida útil.

Seria também uma interessante aplicação deste trabalho, em conjunto com o desenvolvido por SANTOS ([5]), o desenvolvimento de um *software* de inspeção, diagnóstico e reabilitação, de caixilharias que pudesse ser utilizado em dispositivos informáticos móveis. Fazendo a agregação de fotos, fichas de inspeção, diagnóstico e reabilitação, este *software* permitiria a uma pessoa não especializada realizar inspeções válidas de vários sistemas de caixilharia, tendo acesso instantâneo inclusivamente a estimativas de custos de materiais, mão de obra afetada e grau de especialização necessária. Isto permitiria ao dono de obra ter facilmente a noção de custo de reabilitação *versus* custo de substituição dado por uma empresa do sector. Esta aplicação informática poderia ainda ser alargada a outros elementos da construção, tendo em conta trabalhos realizados anteriormente, permitindo ao dono de obra ter uma noção ainda mais alargada dos custos e técnicas de reabilitação necessárias na globalidade do edifício.

Considera-se ainda de interesse aumentar a amostra para o nível nacional, e se possível para outros países, de modo a englobar uma maior quantidade de sistemas de caixilharia, materiais, revestimentos e técnicas de reabilitação, constituindo aí um verdadeiro guia para a reabilitação das mesmas.

Bibliografia

[1] *VIEGAS, João C.; PINTO, Armando; BRAZ, Oliveira - "Anomalias Construtivas em Caixilharia Exterior: Aprendendo com as suas Causas.", 2º Simpósio Internacional sobre Patologia, Durabilidade e Reabilitação dos Edifícios, LNEC, Lisboa, 2003.*

[2] *WILEY, John - "Repairing Old and Historic Windows: A Manual for Architects and Homeowners.", New York Landmarks Conservancy, Nova York, EUA, 1992.*

[3] *GIACOMINI, Eliana - "Caix.lharias Exteriores para Edifícios: Contributo para a Melhoria da Sua Especificação", Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2007.*

[4] *LOPES, Nuno- "Reabilitação de Caixilharias de Madeira em Edifícios do Século XIX e Início do Século XX", Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto 2006.*

[5] *SANTOS, Alberto - "Sistema de Inspeção e Diagnóstico de Caixilharias", Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Militar, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2012.*

[6] *HEALY, John - "Housing Conditions: Energy, Efficiency, Affordability and Satisfaction with Housing: a pan-European analysis.", In Housing Studies, vol. 18, n.º 3 [s. l.], Routledge, 2003.*

[7] *JARDIM, Fatima M. G. - "Proposta de Intervenção de Reabilitação Energética de Edificios de Habitação", Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2009*.

[8] *ANTUNES, Marisa; CORVACHO, Helena - "Desenvolvimento de Fichas de Diagnóstico e de Intervenção no Âmbito da Manutenção Correctiva num Sistema Integrado de Manutenção de Edifícios de Habitação.", 1.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto: FEUP, 2003.*

[9] *Asociación Ventanas PVC (ASOVEN), El Mercado de la Ventana de PVC, Madrid (Espanha), 2006.*

[10] *PINTO, Armando-"Marcação CE de Portas e Janelas no Âmbito da Norma EN 14351-1", Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2011.*

[11] *Gestluz Consultores de Gestão Lda- "Oportunidades e Tendências do Mercado dos Materiais de Construção",Associação Portuguesa de Comerciantes de Materiais de Construção, 2007*, 2007.

[12] *AFONSO, F. P. - "O Mercado da Reabilitação: Enquadramento, Relevância e Perspectivas.", Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas, 2009*.

[13] *"Construção: Uma Visão do Futuro", Instituto Técnico para a Indústria de Construção, 2006*.

[14] *GOMES, J, F. G.- "Portugal Necessita de Mais Eficiência Energética nos Edificios.", in Diário Económico de 14 de Dezembro de 2011.*

[15] *Diretiva 89/106/CEE do Conselho de 21 de Dezembro de 1988, relativa aos produtos de construção. Diretiva 89/106/CE transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei nº 113/93, Diário da República 84/93, Série I-A (1993-04-10), alterado pelos Decretos-Lei nº 139-05 e 4/2007.*

[16] *PINTO, Armando; Fernandes, Odete - "Janelas e Portas Pedonais Exteriores - Guia para Marcação CE (EN 14351-1:2006+A1:2010).", 2.ª Edição, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2011, ICT- ITE 56;.*

[17] *Regulamento Geral das Edificações (RGEU), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 38 382, de 7 de Agosto de 1951, com última alteração introduzida ao Art.º 17.º pelo Decreto-Lei n.º 50/2008, de 19 de Março.*

[18] *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE). Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril de 2006.*

[19] *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE). Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho de 2008.*

[20] *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril de 2006.*

[21] *VIEGAS, João Carlos - "Componentes de Edifícios: Selecção de Caixilharia e seu Dimensionamento Mecânico.", 5.ª Edição, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2010. ICT - ITE 51;.*

[22] *PINTO, Armando - "Componentes de Edifícios. Aspecto de Segurança e Resistência Mecânica do Vidro.", Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2010, ICT - ITE 52;.*

[23] *VIEGAS, João Carlos e A. J. Oliveira BRAZ - "Qualificação de Componentes de Edifícios. Seleção das Janelas em Função da sua Exposição.", Lisboa, LNEC, 1994 (editado em 1995). ICT Informação Técnica de Edifícios 36.*

[24] *MIMOSO, João - "Ensaio de Janelas : Sua Escolha Face à Utilização.", Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1988, ICT - ITE 21.*

[25] *RAMALHEIRA, Francisco - "Manual de Boas Práticas de Vãos Envidraçados: Exigências Funcionais de Vãos Envidraçados", Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2005.*

[26] *CSTB – "Choix de Fenêtres en Fonction de Leur Exposition: Mémento Pour Les Maitres d'Oeuvre.", Paris, Mai 1974; Document Technique Unifié DTU 36.1/37.1.*

[27] *PINTO, Armando (2010)- "Limites para a Permeabilidade ao Ar da Envolvente de Edificios. Eficiência Energética e Qualidade do Ar Interior.", Caderno de Edifícios n.º 6, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).*

[28] *Union Européene pour L'Agrément Technique dans la Construction- Diretivas UEAtc para a homologação de janelas . Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1974. Tradução 641.*

[29] *GOMES, J. F. G.-"Sistemas de Caixilharia de PVC", Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, 2007.*

[30] "www. aluminiumdesign.net, disponível em junho de 2012."

[31] "www.wikipedia.com, disponível em junho de 2012."

[32] *CARDOSO, António B. - "Esquadrias de Alumínio no Brasil, História, Linhas Atuais, Gráficos de Desempenho", São Paulo, Proeditores, 2004*.

[33] *CARDIGO, Susana M. P.- "Caixilharia de Alumínio e Outros Metais", Monografia do Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, 2012.*

[34] *ABCI - Associação Brasileira de Construção Industrializada- "Manual Técnico de Caixilhos / Janelas, Aço, Alumínio, Madeira; PVC, Vidros, Acessórios, Juntas e Materiais de Vedação. São Paulo: Pini Editora, 1992.*

[35] *SIRGADO, Jorge - "Análise do Impacte dos Vãos Envidraçados no Desempenho Térmico dos Edifícios", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Lisboa: Instituto Superior Técnico, Outubro de 2010*.

[36] "www.greenbuilding.world-aluminium.org, disponível em junho de 2012."

[37] *DELEME JANELAS, SA - "Guia Comparativo de Materiais", Lisboa 2011.*

[38] *PINO, Elisabete - "Caixilharias Em PVC.", Monografia do Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa 2012*.

[39] *Kömmerling - "Manual da Janela", Sistemas kömmerling, profine Iberia, S.A., 2007.*

[40] *ROMEIRO, S. B. B. - "Química na Siderurgia", Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009*.

[41] *www.cmm.pt, disponível em Julho de 2012.*

[42] *SANTOS, Rui; MARTINS, João - "Os Plásticos na Construção Civil.", Série Materiais, 2ª Edição, Lisboa, 2010.*

[43] *MARVIN Company, "Integrity Wood-Ultrex Catalog", dísponivel em Junho de 2011*.

[44] *HARRER, D. P. - "First class windows", 2011*.

[45] *"The beautiful wooden and wood-aluminium windows", Italserramenti, catálogo comercial, 2010.*

[46] *KENT, Robin - "Thinking of Choices.", Tangram Technology, Londres 2010.*

[47] *CARMODY, J.; SELKOWITZ, S.; Lee, E. S.; ARASTEH, D.; WILLMERT, T.- "Window System for High - Performance Buildings", W. W. Norton and Company, New York, 2004.*

[48] *PINTO, Armando (2010)- "Critérios de Selecção de Caixilharias", Ciclo Construir em Caixilharias de Vidro, Ordem dos Arquitectos Secção Regional Norte, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).*

[49] *SATHISH, Kumar - "Comparison of Windows Made with Diferent Materials", Internacional Journal of Civil and Structural Engineering, Volume 1, N.º 3, 2010.*

[50] *http://paginas.fe.up.pt/ vfreita/tf.html, disponível em 2011.*

[51] *www.saint-gobain-glass.com, disponível em 2011.*

[52] *PRACHT, K.- "Fenêtres", Editions Delta and Spes, Denges, 1984;*.

[53] *ROSA, S.; MARTINS, J. - "Reabilitação da Envolvente Opaca de Edifícios."Porto, 2005.*

[54] *ARGILÈS, A et al. - "Tratado de Rehabilitacíon. Patología y Técnicas de Intervención: Fachadas y Cubiertas."Madrid: Editorial Munilla - Léria, 2000. ISBN 84-89150-26-5. Vol. 4.*

[55] *SOUSA, Marília - "Patologia da Construção: Elaboração de um Catálogo", Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Setembro de 2004*.

[56] *MENDONÇA, Luís- "Condensações em Edifícios.", Revista Arquitectura e Vida, n.º 63, 2005, pp. 71-74.*

[57] *FREITAS, V. Peixoto de - "Patologia e Reabilitação de Edifícios.", 1.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto: FEUP, 2003*.

[58] *MARTINS, João e PINTO, Emanuel- "O Vidro.", Série Materiais. Folhas de apoio à cadeira de Materiais de Construção. Porto: Universidade Fernando Pessoa, 2004*.

[59] *CHARLES F.; DEBORAH S.; REBECA S.- "Window Rehabilitation Guide for Historic Buildings", Washington, D.C, 1997*.

[60] *AGUIAR, José; CABRITA, Reis e APPLETON, João - "Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais.", Volume 2, 8ª edição; LNEC, 2011 Lisboa.*

[61] *PEREIRA, Jorge - "Tecnologia de Aplicação de Caixilharias."Monografia apresentada na cadeira Tecnologia de Fachadas, FEUP, 2004, Porto.*

[62] *Carpilux, LDA, visitada em Julho 2012.*

[63] *CÓIAS, Vítor - "Inspecções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios.", Lisboa: IST Press, Setembro de 2006. ISBN 972-8469-53-5*.

[64] *EUSÉBIO, MARQUES e RODRIGUES - "Tintas, Vernizes e Revestimentos por Pintura para a Construção Civil.", Série: CS 14, 4ª edição, LNEC, Lisboa, 2009.*

[65] *SÁ, Gonçalo - "Tecnologia e Reabilitação de Rebocos em Paredes", Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.*

[66] *APPLETON, João; AGUIAR, José; CABRITA, António R. - "Manual de Apoio à Reabilitação de Edifícios do Bairro Alto", Câmara Municipal de Lisboa, FNAC gráfica, 1993. ISBN 972-95834-0-4*.

[67] *SILVESTRE, José - "Sistema de Apoio à Inspecção e Diagnóstico de Anomalias em Revestimentos Cerâmicos Aderentes", Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Setembro de 2005.*

[68] *PALHA, Filipe - "Tecnologia e Reabilitação de Estuques Correntes em Paramentos Interiores", Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Julho de 2008;*.

[69] *APPLETON, João - "Reabilitação de Edifícios Antigos: Patologia e Tecnologia de Intervenção", 1ª Edição, Amadora, Edições Orion, Setembro de 2003; ISBN 972-8620-03-9.*

[70] *PINTO, Armando - "Reabilitação Térmica e Energética de Vãos Envidraçados", in Conservação e Reabilitação de Edificios Recentes, LNEC, Julho de 2010*.

[71] *GONÇALVES, Adelaide - "Reabilitação de Paredes de Alvenaria", Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa 2007.*

[72] *SILVA, J. Mendes da - "Fissuração nas Alvenarias: Estudo do Comportamento das Alvenarias sob Acções Térmicas", Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 1998.*

[73] *BRITO, Jorge de - "Desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Obras de Arte em Betão", Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa 1992.*

[74] *FLORES-COLEN, Inês - "Metodologia de Avaliação do Desempenho em Serviço de Fachadas Rebocadas na Óptica da Manutenção Predictiva", Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.*

[75] *RILEY, M.; COTGRAVE, A. - "Construction Technology 3 - The Technology of Refurbishment and Maintenance". New York: Palgrave Macmillan, 2005.*

[76] *PALMER, R. D. - "Maintenance Planning and Schedule Handbook", New York: McGraw-Hill Books, 1999.*

[77] *Euroseal Ltd, consultada em http://www.euroseal.co.uk/, disponível em 30 Junho 2012*.

[78] *"Menuiseries métalliques", NF P 24-203-1, Maio 1993*.

[79] *http://doubleglazingsparesandrepairs.co.uk/hinges.html, disponível em 31 de Julho de 2012.*

[80] *CAMPANELLA, Christis - "Obras de Conservação e Restauro Arquitectónico: Condições Técnicas Especiais", Coordenação e Adaptação de João Mascarenhas, Câmara Municipal de Lisboa, Licenciamento Urbanístico e Reabilitação Urbana Vol. 1 e 2, Dezembro de 2003.*

[81] *BUREAU VERITAS - "Gestion Technique du Patrimoine - Rehabilitation et Maintenance", Guide Veritas du Bâtiment, Tome 4, Editions Le Moriteur, 3ª Edição, Paris, 1993*.

[82] *LOPES, Nuno- "Tecnologia e Reabilitação de Revestimentos de Coberturas Inclinadas", Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Novembro de 2009.*

[83] "www.home-dzine.co, disponível em 5 de julho de 2012."

[84] *RICHARDSON, Barry A. - "Remedial Treatment of Buildings", The Construction Press, Lencaster, Inglaterra 1980. ISBN 0 90440674 1*.

[85] *RATO, V. - "Conservação do Património Histórico Edificado: Princípios de Intervenção", Dissertação de Mestrado em Construção. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Julho de 2002.*

[86] *KOPPÁNY, Attila - "Building Defect Analysis in the Service of Maintenance", 2.º Simpósio Internacional sobre Patologia, Durabilidade e Reabilitação de Edifícios. Lisboa, 2003*.

[87] *SANTIAGO, F. et al. - "Manual de Mantenimiento de Edificios- El Libro del Tecnico Mantenedor. Consejo Superior de Los Colegios de Arquitectos de España, 1997.*

[88] *GARCIA, João - "Sistema de Inspecção e Diagnóstico de Revestimentos Epóxidos em Pisos Industriais", Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Janeiro de 2006;*.

[89] *SILVA, V. - "Guia Prático para a Conservação de Imóveis". Secretaria de Estado da Habitação.", Editora Dom Quixote, Lisboa, 2004.*

[90] *PEREIRA, Ana - "Sistema de Inspecção e Diagnóstico de Estuques Correntes em Paredes Interiores", Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2008.*

[91] *www.integritywindows.com, disponível em Julho de 2012.*

[92] *REAL, L.- "Estudo da Influência das Condições de Envelhecimento na Durabilidade de Formulações de PVC para Aplicações Exteriores", Instituto Superior Técnico, Tese de Doutoramento em Engenharia Química, 2004.*

[93] *MIMOSO, João -"Estanquidade à Chuva em Caixilharia de Alumínio", Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2000. ICT- ITE 22;.*

[94] *SOUSA, V. - "Palácio Nacional de Sintra: Anomalias Não Estruturais.", Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Dezembro de 2003.*

[95] *"Transmissão de Calor em Janelas: Estudo Teórico e Experimental em Condições de Inverno", Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal 1987.*

[96] *GONÇALVES, Carlos; BRITO, Jorge de; PEREIRA, T. Dias - "Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Inspecção de Edifícios Correntes", 3.º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios (Tema III). Lisboa: LNEC, 2003.*

[97] *FREITAS, V. Peixoto de; BARREIRA, E. Sofia; GONÇALVES, P. Filipe - "Patologias Associadas a Condensações", 1.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2003.*

[98] *PATH (Partnership of Advancing Technology in Housing)- "Rehab Guide", Volume 4 – "Windows and doors", Washington, D.C., Maio 1999.*

[99] *GUSTAVSENA, A.; GRYNINGS, S.; ARASTEHB, D.; JELLE, B.; GOURDNEY, H. - "Key Elements of and Material Perfomance for Higly Insulating Window Frames", Elsevier, 16 de Maio de 2011.*

[100] *GOMES, António- "Janelas e Portadas Históricas", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UTAD, 2009.*

[101] *BENTO, João - "Método de Avaliação das Necessidades de Reabilitação - Desenvolvimento e Metodologia de Aplicação", Patorreb 2009, 3º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, FEUP, Porto, 2009.*

[102] *STAHL, Frederik A. "A Guide to the Maintenance, Repair and Alteration of Historic Buildings", Van Nostrand Reinhold, Nova York, EUA, 1984. ISBN 0442281056.*

[103] *ABASOLO, D.- "Patología y Técnicas de Intervención."Tomo 3, Editorial Munilla Lería, Madrid, 1998.*

[104] *www.hellotrade.com/starline-security/product4.html, disponivel em 5 de Julho de 2012.*

[105] *GONÇALVES, C. - "Anomalias não-estruturais em edifícios correntes", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2004.*

[106] *HERTLEIN, B. - "Predictive Maintenance - What Should be in a Condition Database", 8.º DBMC - International Conference on The Durability of Building Materials and Components, Institute for Research in Construction, Vancouver, 1999.*

[107] *Guidance Paper M (4.9.3) "Conformity assessment under the Construction Products Directive: Initial type-testing and factory production control- [Consultado em 5 de Abril de 2012]. Disponível em http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/gpm.pdf.*

[108] *MCKENZIE, Peter - "New Heritage Materials: The Conservation of Metal Frame Windows", NSW Heritage Office Sydney, Abril 2000.*

[109] *MIMOSO, João Manuel - "Estanquicidade à Chuva em Caixilharia de Alumínio.", 7ª Edição, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2011, ICT- ITE 22.*

[110] "www.le-bois.com, disponível em junho de 2012."

[111] "www.veka.es, disponível em junho de 2012."

[112] *STRAUBE, John - "The Future of Window Technology . . . Is Here!", Building Science, 2010.*

Anexos

Anexo A: Normas de ensaio, classificação e outras normas relacionadas com caixilharia

A.1 Normas de classificação

EN 1192:1999 – *Doors - Classification of strength requirements;*

EN 1522:1998 – *Windows, doors, shutters and blinds - Bullet resistance - Requirements and classification*

EN 1627:2011 – *Pedestrian doorsets, windows, curtain walling, grilles and shutters -* Burglar resistance - Requirements and classification

EN 12207:1999 – *Windows and doors - Air permeability - Classification*

EN 12208:1999 – *Windows and doors - Watertightness - Classification*

EN 12210:1999 – *Windows and doors - Resistance to wind load - Classification*

EN 12217:2003 – *Doors - Operating forces - Requirements and classification*

EN 12219:1999 – *Doors - Climatic influences - Requirements and classification*

EN 12400:2002 – *Windows and pedestrian doors - Mechanical durability -* Requirements and classification

EN 13049:2003 – *Windows - Soft and heavy body impact - Test method, safety requirements* and classification

EN 13115:2001 – *Windows - Classification of mechanical properties - Racking, torsion and operating forces*

EN 13123-1:2001 – *Windows, doors and shutters - Explosion resistance - Requirements and classification -* Part 1: Shock tube

EN 13123-2:2004 – *Windows, doors, and shutters - Explosion resistance - Requirements and classification -* Part 2: Range test

A.2 Normas de ensaio e cálculo

EN ISO 140-3 – *Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -* Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements

EN 179:2008 – *Building hardware - Emergency exit devices operated by a lever handle or push pad,* for use on escape routes - Requirements and test methods

EN 410:2011 – *Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing*

EN ISO 717-1:1996 – *Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements -* Part 1: Airborne sound insulation

EN 947:1998 – *Hinged or pivoted doors - Determination of the resistance to vertical load*

EN 948:1999 – *Hinged or pivoted doors - Determination of the resistance to static torsion*

EN 949:1998 – *Windows and curtain walling, doors, blinds and shutters -* Determination of the resistance to soft and heavy body impact for doors

EN 950:1999 – *Door leaves - Determination of the resistance to hard body impact*

EN 1026:2000 – *Windows and doors - Air permeability - Test method*

EN 1027:2000 – *Windows and doors - Watertightness - Test method*

EN 1121:2000 – *Doors - Behaviour between two different climates - Test method*

EN 1125:2008 – *Building hardware - Panic exit devices operated by a horizontal bar,* for use on escape routes - Requirements and test methods

CEN/TS 1187:2012 – *Test methods for external fire exposure to roofs*

EN 1191:2000 – *Windows and doors - Resistance to repeated opening and closing - Test method*

EN 1523:1998 – *Windows, doors, shutters and blinds - Bullet resistance - Test method*

EN 1628:2011 – *Pedestrian doorsets, windows, curtain walling, grilles and shutters - Burglar resistance* - Test method for the determination of resistance under static loading

EN 1629:2011 – *Pedestrian doorsets, windows, curtain walling, grilles and shutters - Burglar resistance* - Test method for the determination of resistance under dynamic loading

EN 1630:2011 – *Pedestrian doorsets, windows, curtain walling, grilles and shutters - Burglar resistance* - Test method for the determination of resistance to manual burglary attempts

EN ISO 10077-1:2006 – *Thermal performance of windows, doors and shutters -* Calculation of thermal transmittance - Part 1: General

EN ISO 10077-2:2012 – *Thermal performance of windows, doors and shutters -* Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames

EN 12046-1:2003 – *Operating forces - Test method - Part 1: Windows*

EN 12211:2000 – *Windows and doors - Resistance to wind load - Test method*

EN 12354-3:2000 – *Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the* performance of elements - Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound

EN 12412-2:2003 – *Thermal performance of windows, doors and shutters -* Determination of thermal transmittance by hot box method - Part 2: Frames

EN ISO 12567-1:2010 – *Thermal performance of windows and doors -* Determination of thermal transmittance by the hot-box method - Part 1: Complete windows and doors

EN 12758:2011 – *Glass in building - Glazing and airborne sound insulation -* Product descriptions and determination of properties

EN 13124-1:2001 – *Windows, doors and shutters - Explosion resistance - Test method - Part 1: Shock tube*

EN 13124-2:2004 – *Windows, doors and shutters - Explosion resistance - Test method - Part 2: Range test*

EN 13141-1:2004 – *Ventilation for buildings - Performance testing of components/products* for residential ventilation - Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices

EN 13363-1:2003+A1:2007 *Solar protection devices combined with glazing -* Calculation of solar and light transmittance - Part 1: Simplified method

EN 13363-2:2005/AC:2006 *Solar protection devices combined with glazing -* Calculation of total solar energy transmittance and light transmittance - Part 2: Detailed calculation method

EN 13420:2011 – *Windows - Behaviour between different climates - Test method*

EN 14608:2004 – *Windows - Determination of the resistance to racking*

EN 14609:2004 – *Windows - Determination of the resistance to static torsion*

prEN16034 – *Pedestrian doorsets, industrial, comercial, garage doors and windows-* Product standard, performance characteristics- Fire resistance and/or smoke control characteristics.

Anexo B: Requisitos funcionais harmonizados e não harmonizados

Tabela B.1: Normas utilizadas para ensaios de caixilharia [10].

Requisito	Norma de classificação	Norma de ensaio	Regulamentação
Resistência às acções do vento	EN 12210	EN 12211	ITE 51
Resistência às cargas da neve			RSA
Desempenho ao fogo			RSIE
Resistência ao fogo exterior	EN 13501-1	ENV 1187	
Resistência ao fogo	EN 13501-1	EN 13501-1	
Estanqueidade à água	EN 12208	EN 1027	ITE 51
Substâncias perigosas			REACH, RSECE
Resistência ao impacto	EN 13049	EN 13049	ITE 51, ITE 52
Resistência mecânica de dispositivos de segurança		EN 948	ITE 51
Capacidade de desbloqueio		EN 179, EN1125, prEN 13633 e prEN 13637	
Proteção contra o ruído	Rw (C;Ctr) (dB)	EN ISO 140-3 e EN ISO 717-1	RRAE
Isolamento térmico	W/(m2.K)	EN ISO 10077-1/ EN ISO 10077-2 e EN ISO 12567-1/ EN ISO 12567-2	RCCTE ou RSECE
Propriedades de radiação		EN 410; EN 13363 – 1 e EN 13363-2	RCCTE ou RSECE
Permeabilidade ao ar	EN 12207	EN 1026 e EN14351-1+A1	ITE 51, RCCTE ou RSECE
Durabilidade	* Qualicoat / Qualanod	EN14024 e EN 1670	
Resistência a acções de manobra	EN 13115	EN 12049 -1	ITE 51
Resistência mecânica	EN 1192	EN 12046-1; EN 14608; EN 14609	ITE51
Ventilação		EN 13141-1	RCCTE ou RSECE
Resistência ao impacto de balas	EN 1522	EN 1523	
Resistência a explosões	EN 13123-2 e EN 13123-2	EN 13124-1 e EN 13124-2	
Resistência a ciclos repetidos de abertura e fecho	EN 12400	EN 1191	ITE51
Comportamento de climas diferentes	EN 12219	EN 1121	
Resistência contra a intrusão	ENV 1627	ENV 1628; ENV 1629 e ENV 1630	ITE 52

*Qualicoat e Qualanod são normas de qualidade de revestimentos.

Anexo C: Especificações da caixilharia em alumínio

Tabela C.1: Definição dos vários tipos de ligas de alumínio [33].

Designação	Características	Elementos de liga	Tipo de tratamento	Designação	Características
Série 1xxx	Alta resistência à corrosão. Excelente acabamento. Baixa resistência. Excelente trabalhabilidade. Condutividade eléctrica e térmica alta.	99% de alumínio / Liga tratada a frio		Hxy	Encruamento- Tratado a frio para aumentar a resistência e dureza.
Série 2xxx	Alta resistência. Menor resistência à corrosão.	Cobre / Liga tratada a quente		F	Extrudido- Nenhum controlo sobre condições térmicas ou encruamento
Série 3xxx	Resistência baixa a média. Boa resistência à corrosão. Boa trabalhabilidade.	Manganês / Liga Tratada a frio		O	Recozido- Tratada termicamente para se obter a têmpera de menor resistência.
Série 4xxx	Não está disponível para produtos extrudidos. Usada como fio de solda, ou material de adição em brasagem.	Silício		Tz	Tratado a quente- termicamente tratado para produzir têmperas estáveis que não sejam F, O ou H.
Série 5xxx	Resistência baixa a média. Excelente resistência ao ambiente marinho. Boa soldabilidade.	Magnésio/ Liga tratada a frio		x	1- deformação simples; 2- parcialmente recozido; 3-estabilizado por tratamento térmico a baixa temperatura.
Série 6xxx	Série mais utilizada. Boa trabalhabilidade, soldabilidade, resistência, e resistência à corrosão.	Magnésio e Silício/ Liga tratada a quente		y	8, 6, 4 e 2 - totalmente endurecido, 3/4 endurecido, 1/2 endurecido, 1/4 endurecido.
Série 7xxx	Resistência muito elevada.	Zinco/ Liga tratada a quente		z	1- arrefecido a partira de uma temperatura elevada e envelhecido naturalmente; 2- recozido; 3- tratamento a quente e deformação a frio; 4- tratamento a quente e envelhecido naturalmente; 5 - arrefecido a partir de uma temperatura elevada e envelhecido artificialmente; 6- tratamento a quente e envelhecido; 7- tratamento a quente e estabilizado; 8- tratamento a quente, deformação a frio e envelhecimento; 9- tratamento a quente envelhecimento artificial e deformação a frio.
Série 8xxx	Ligas diversas.	Lítio			

Tabela C.2: Definição dos vários tipos de espessuras de anodização [33].

Classe	Espessura da camada (µm)	Nível de agressividade	Ambiente
A13	11 a 15	Baixa / Média	Urbano / Rural
A18	16 a 20	Alta	Litoral
A23	21 a 25	Excessiva	Industrial/ Marinho
Nota: os números 13, 18 e 23 que sucedem a letra A, identificam o valor médio da camada em mícron.			

Tabela C.3: Tipos de tintas para termolacagem, e suas caraterísticas de desempenho.

Tipo de Tinta	Desempenho
Epóxi	Boa resistência aos química e mecânica, indicada para peças internas não expostas a intempéries e U.V.
Poliéster	Excelente resistência química e mecânica, indicada especialmente para ambientes externos.
Híbrido	Excelente resistência química e mecânica, indicada para ambientes externos.
Poliuretano	Muito semelhante ao poliéster, porém reside ao ataque de produtos como o etanol, que ataca o poliéster.
Poliamida ou nylon	Grande resistência mecânica/física e química, indicada para peças de alumínio que sejam submetidas a rigorosas condições de trabalho, atrito e abrasão.

Anexo D: Produção e montagem de caixilharia de alumínio

(a) (b) (c) (d)

Figura D.1: Processo de produção de perfis de alumínio.
D.1a extrusão de alumínio; D.1b forno de têmpera ; D.1c termolacagem; D.1d anodização.

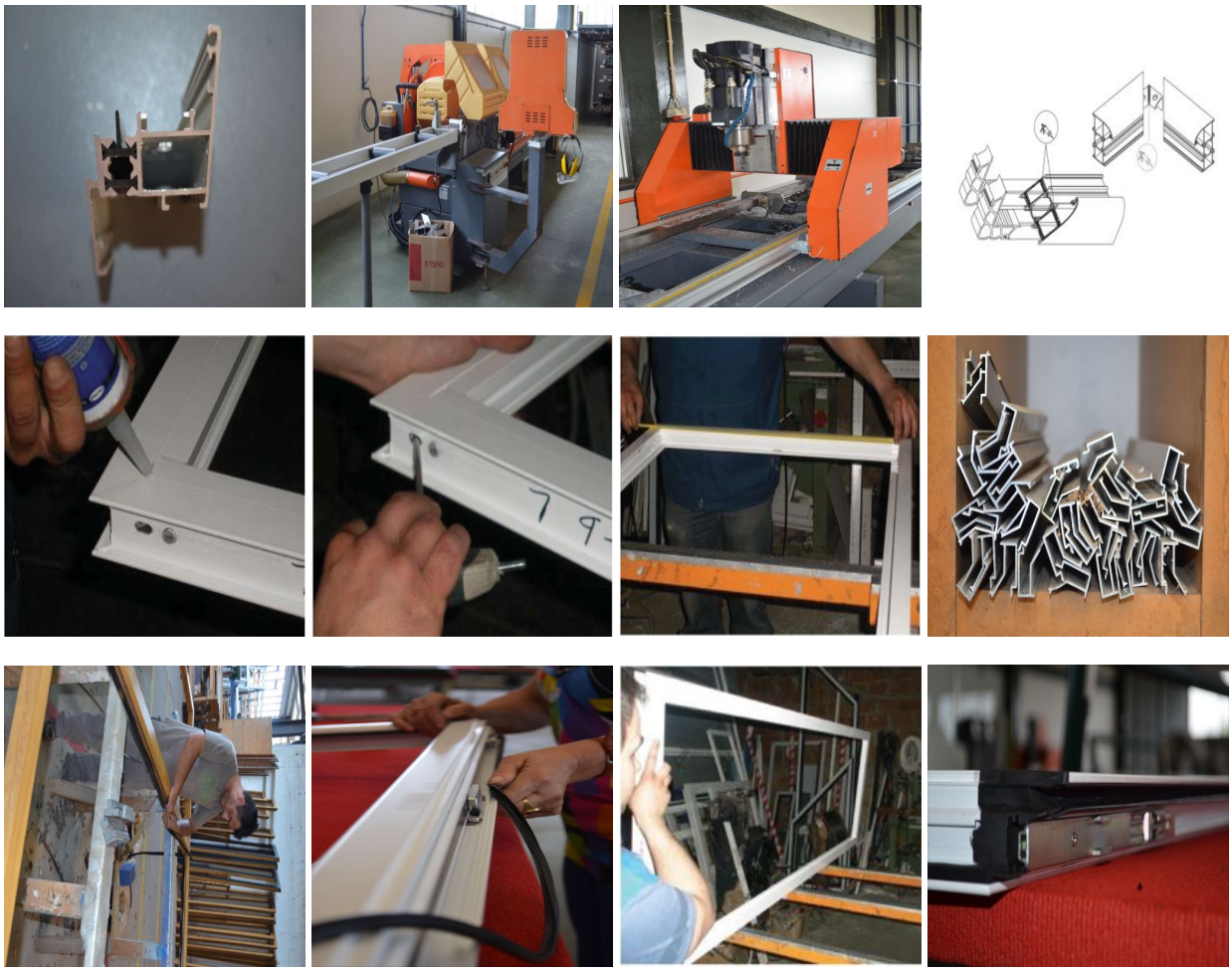
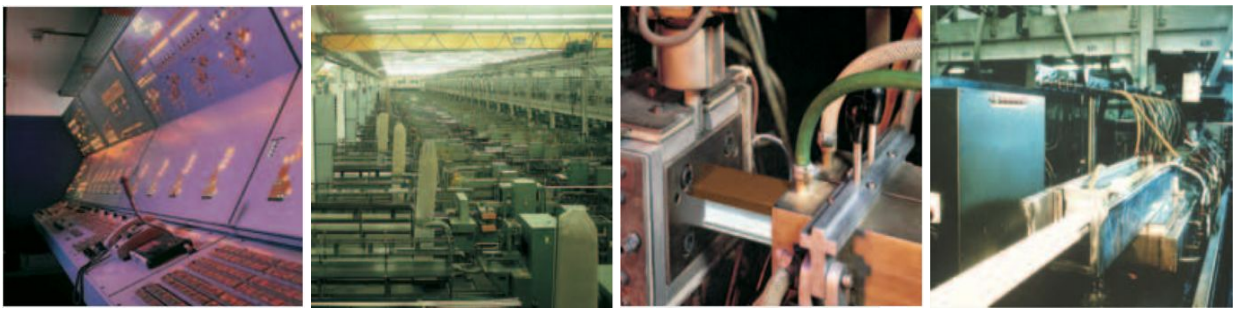


Figura D.2: Processo de montagem da caixilharia de alumínio. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: verificação dimensional e de defeitos nos perfis, máquina de corte, máquina de furação, esquema de união, selagem com silicone, aperto dos conectores, verificação dimensional (tolerância de $\pm$ 1 mm), corte de bites e vedantes, instalação de bites e vedantes, verificação de torçoões e defeitos e instalação das ferragens.

Anexo E: Produção e montagem de caixilharia de PVC



(a) (b) (c) (d)

Figura E.1: Processo de produção de perfis de PVC [39].
E.1a mistura da resina de PVC com os aditivos selecionados; E.1b máquinas extrusoras de PVC; E.1c processo de perfilagem de perfis; E.1d calibração e arrefecimento dos perfis.

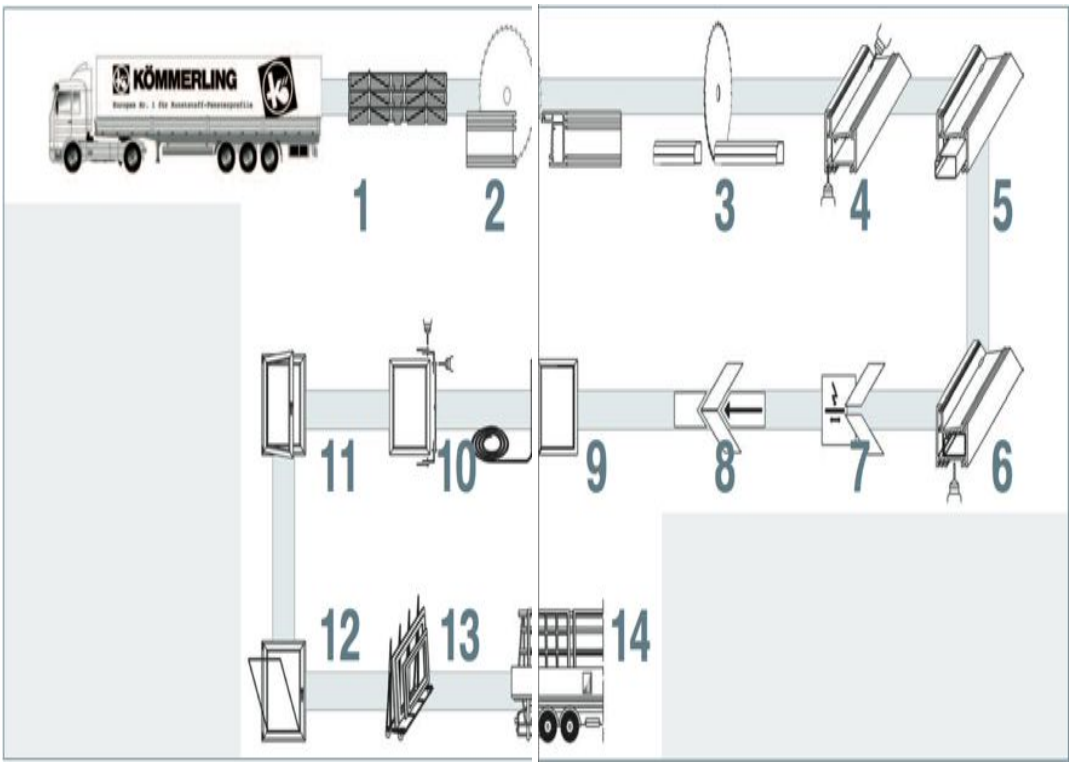
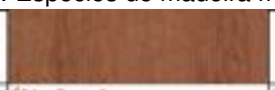


Figura E.2: Processo de montagem da caixilharia de PVC [39]: 1 fornecimento e armazenagem dos perfis; 2 corte dos perfis; 3 corte dos reforços em aço; 4 fresagem e perfuração; 5 aplicação do reforço; 6 fixação do perfil em aço; 7 soldadura; 8 limpeza dos ângulos; 9 colocação das juntas; 10 montagem das ferragens; 11 colocação da folha; 12 colocação de vidros; 13 armazenamento temporal do produto acabado; 14 transporte até à obra.

Anexo F: Espécies de madeira usuais na produção de caixilharia

Tabela F.1: Espécies de madeira mais usuais e suas caraterísticas [110].

Afzelia / Doussié		Bossé	
Região de origem	África Central	Região de origem	África Central
Cor	Castanho avermelhado	Cor	Castanho ligeiramente rosado.
Acabamento	Excelente quando envernizada. Não é adequada para pintar.	Acabamento	Muito bom aspecto final. Adequada para pintar.
Massa Volúmica a 12% (Kg /m³)	750	Massa Volúmica a 12% (Kg/m³)	600
Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,44	Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,49
Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	13,7	Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	10,7
Iroko / Kambala		Castanheiro	
Região de origem	África Central	Região de origem	Europa
Cor	Castanho amarelado a castanho escuro	Cor	Creme claro
Acabamento	Excelente, embora sujeito a oxidação. É adequada quer para pintar quer para envernizar.	Acabamento	Precauções de modo a não corroer as ferragens.
Massa Volúmica a 12% (Kg /m³)	650	Massa Volúmica a 12% (Kg/m³)	589
Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,44	Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,11
Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	9,9	Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	8,075
Sipo		Pinho / Riga	
Região de origem	África Central	Região de origem	Europa
Cor	Castanho avermelhado, ligeiramente violeta.	Cor	Amarelo claro
Acabamento	Muito bom aspecto final.	Acabamento	Indispensável um bom tratamento preventivo.
Massa Volúmica a 12% (Kg/m³)	610	Massa Volúmica a 12% (Kg/m³)	504
Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,41	Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,14
Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	10,7	Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	11,3
Moabi		Carvalho	
Região de origem	África Central	Região de origem	Europa
Cor	Castanho com manchas rosa.	Cor	Castanho claro
Acabamento	Excelente para pintar ou envernizar. Neste caso, assume um tom ligeiramente rosado.	Acabamento	Indispensável um bom tratamento preventivo.
Massa Volúmica a 12% (Kg/m³)	860	Massa Volúmica a 12% (Kg/m³)	675
Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,63	Retracção volumétrica por 1% de humidade	0,15
Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	17	Módulo elasticidade à flexão (KN/mm²) E12	11,875

Anexo G: Produção e montagem de caixilharia de madeira

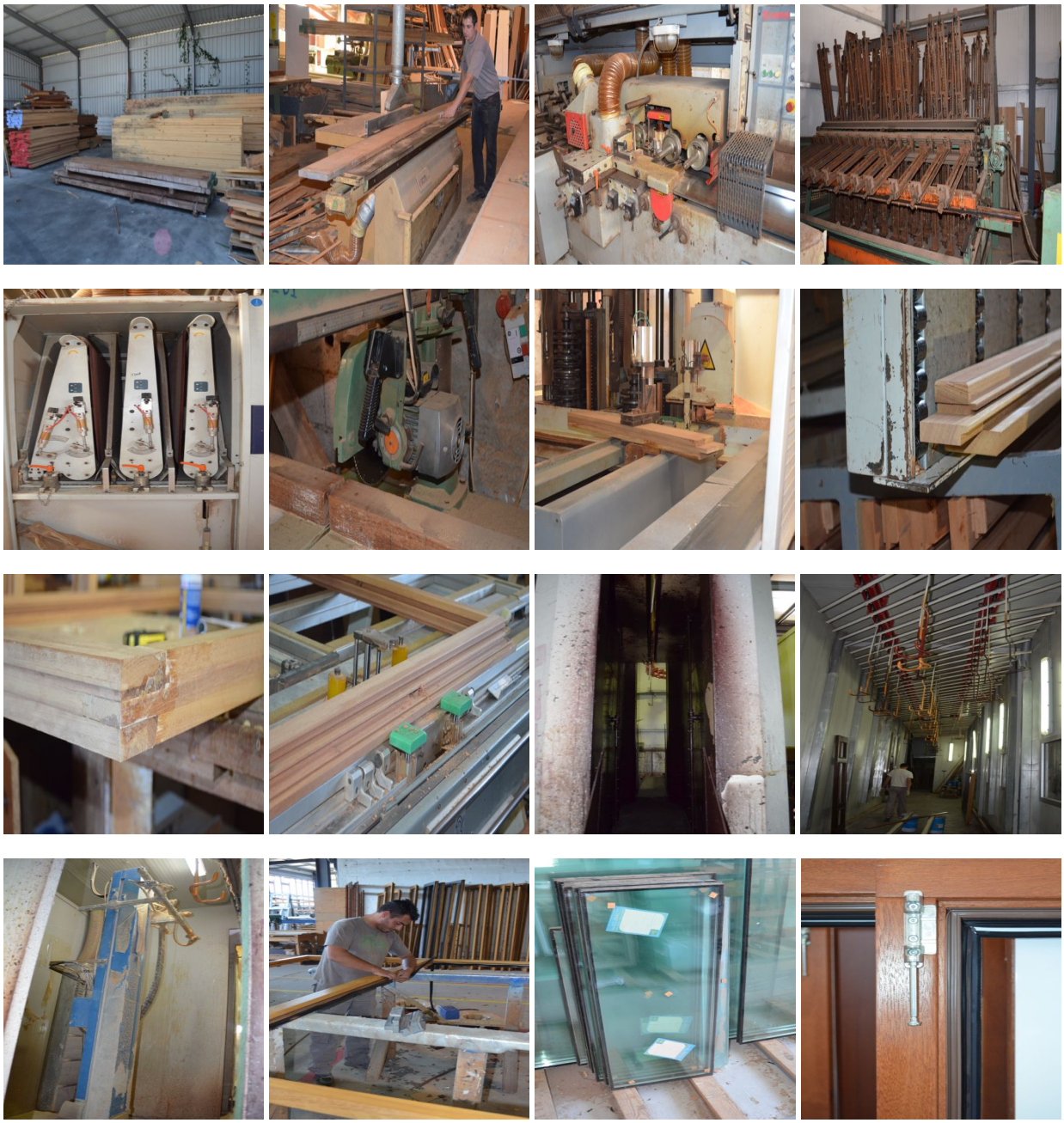


Figura G.1: Processo de montagem da caixilharia de madeira. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: verificação dimensional (tolerância de $\pm$ 1 mm), corte de bites e vedantes, instalação de bites e vedantes, insyalação dos envidraçados, verificação de torções ou defeitos e instalação de ferragens.

Anexo H: Produção e montagem de caixilharia de ferro / aço

(a) (b) (c) (d)

Figura H.1: Processo de produção caixilharia em ferro / aço (Crittall).
H.1a: furação dos perfis; H.1b: dobragem dos perfis;
H.1c: soldagem dos caixilhos; H.1d: soldagem por arco elétrico.

(a) (b) (c) (d)

Figura H.2: Processo de galvanização por imersão a quente da caixilharia em ferro / aço (Crittall).
H.2a: suspensão dos caixilhos; H.2b: imersão dos caixilhos no banho quente;
H.2c: galvanização de acordo com a norma EN 1461:1999; H.1d: caixilhos após a imersão galvanizante.

(a) (b) (c) (d)

Figura H.3: Acabamento por pintura electroestática, e montagem de vedações e acessórios na caixilharia em ferro/aço (Crittall).
H.3a: imersão dos caixilhos em banho de primário; H.3b: caixilhos após a pintura electroestática, a partir de pó de poliéster; H.3c: montagem de acessórios. H.3d: montagem das borrachas vedantes.

Anexo I: Análise comparativa

Tabela I.1: Análise comparativa de vários tipos de materiais de caixilharia (adaptado de [49] e [99].

	Vantagens	Desvantagens
Alumínio	Boa resistência mecânica, à corrosão e mecânica; variedade de acabamentos; comportamento ao fogo; baixa densidade e fácil trabalhabilidade; boa estanqueidade à água e ao ar dos perfis modernos	Grande condutibilidade elétrica e térmica (U = 10,5 W/m² sem rotura térmica e U = 5,5 W/m² com rotura térmica); necessidade de roturas térmicas; dificuldade de reparação de revestimentos lacados; dificuldades de reabilitação
PVC	Bom isolamento térmico (U = 1,7 W/m²) e acústico; boa estanqueidade à água e ao ar; comportamento não combustível; manutenção reduzida; estabilidade dimensional dos perfis; possibilidade de incorporação de material isolante	Descoramento do material face à ação elevada de raios UV; limitadas possibilidades de acabamento; tamanho elevado dos perfis; instabilidade dimensional de sistemas antigos; dificuldade de reciclagem e matéria-prima não renovável
Madeira	Bom isolamento térmico (U = 2,2 W/m²) e acústico; grande variedade de acabamentos possíveis; material sustentável; elevada trabalhabilidade e elevada capacidade de reabilitação	Custo elevado; grande necessidade de manutenção; elevado tamanho dos perfis; dificuldade na estanqueidade à água das caixilharias mais antigas; instabilidade dimensional devido ao efeito da água; cuidados extra na manipulação
Ferro /Aço	Grande resistência mecânica; fácil trabalhabilidade e capacidade de reabilitação; elevada durabilidade; esbelteza dos perfis; preço acessível	Elevado coeficiente de dilatação térmica; fraca resistência à corrosão; dificuldade em garantir a estanqueidade em perfis simples; elevado coeficiente de transmissão térmica; necessidade de manutenção dos revestimentos
Mistas	Características combinadas de dois materiais, que normalmente combinam a resistência aos agentes agressivos de um, aplicado no ambiente exterior, e o aspeto e acabamento mais agradável de outro aplicado no interior	São susceptíveis de ter as desvantagens combinadas dos dois materiais, atenuadas pela sua melhor aplicação; são normalmente mais caras
Fibra de vidro	Possui a mesma dilatação térmica do vidro; material com boas características mecânicas; esbelteza dos perfis; isolamento térmico; durabilidade; possibilidades de acabamento e isolamento adicional	Material recente, com características ainda pouco testadas; a sua aplicação ainda não chegou a Portugal; preço elevado

Anexo J: Borrachas vedantes

Tabela J.1: Caraterísticas dos principais materiais de borrachas vedantes [3].

Teste ou Características Físicas	Borracha de silicone	EPDM	Neoprene	SBR	Borracha natural	Borracha nitrílica	Felpa de polipropileno	PVC
Resistência à Ruptura e Rasgamento	B	B	MB	B	O	B	O	B
Resistência à Abrasão	MB	B	MB	B	O	MB	O	MB
Resistência à Flexão e Compressão Repetida	O	B	MB	B	MB	B	MB	M
Elasticidade	O	B	MB	B	O	B	B	F
Resistência a Óleo e Hidrocarbonetos	MB	F	B	F	F	O	MB	B
Envelhecimento Natural	O	MB	MB	B	B	B	MB	MB
Envelhecimento com Exposição às Intempéries	O	MB	MB	F	M	F	MB	MB
Estabilidade ao Frio	O	MB	B	M	O	M	B	M
Estabilidade ao Calor	O	B	B	F	M	M	B	F
Comportamento às Variações de Temperaturas	O	MB	B	M	M	M	MB	M
Resistência a Ácidos	MB	MB	MB	M	B	B	MB	M
Absorção da Água	O	MB	F	M	B	B	B	MB
Estabilidade de Cor	O	B	F	M	B	B	MB	MB
Inflamabilidade	B	F	MB	F	F	M	B	B
Ozônio	O	O	MB	F	F	F	MB	B
Antiaderência	MB	B	B	B	B	B	O	B

O = Óptimo; MB = Muito Bom; B = Boa; M = Média; F = Fraca

Anexo K: Utilização de sistemas de vedação

Os sistemas de vedação variam substancialmente com as diversas tipologias de caixilharia. No âmbito deste trabalho, é difícil pormenorizar cada um desses sistemas, sendo que interessa no entanto esquematizar os esquemas de tipologias de batente e de correr.

Assim sendo, para uma janela de alto desempenho do tipo de batente o sistema aconselhado pode ser observado na Figura K.1, enquanto que para uma janela de correr os esquemas aconselhados podem ser vistos na Figura K.2.

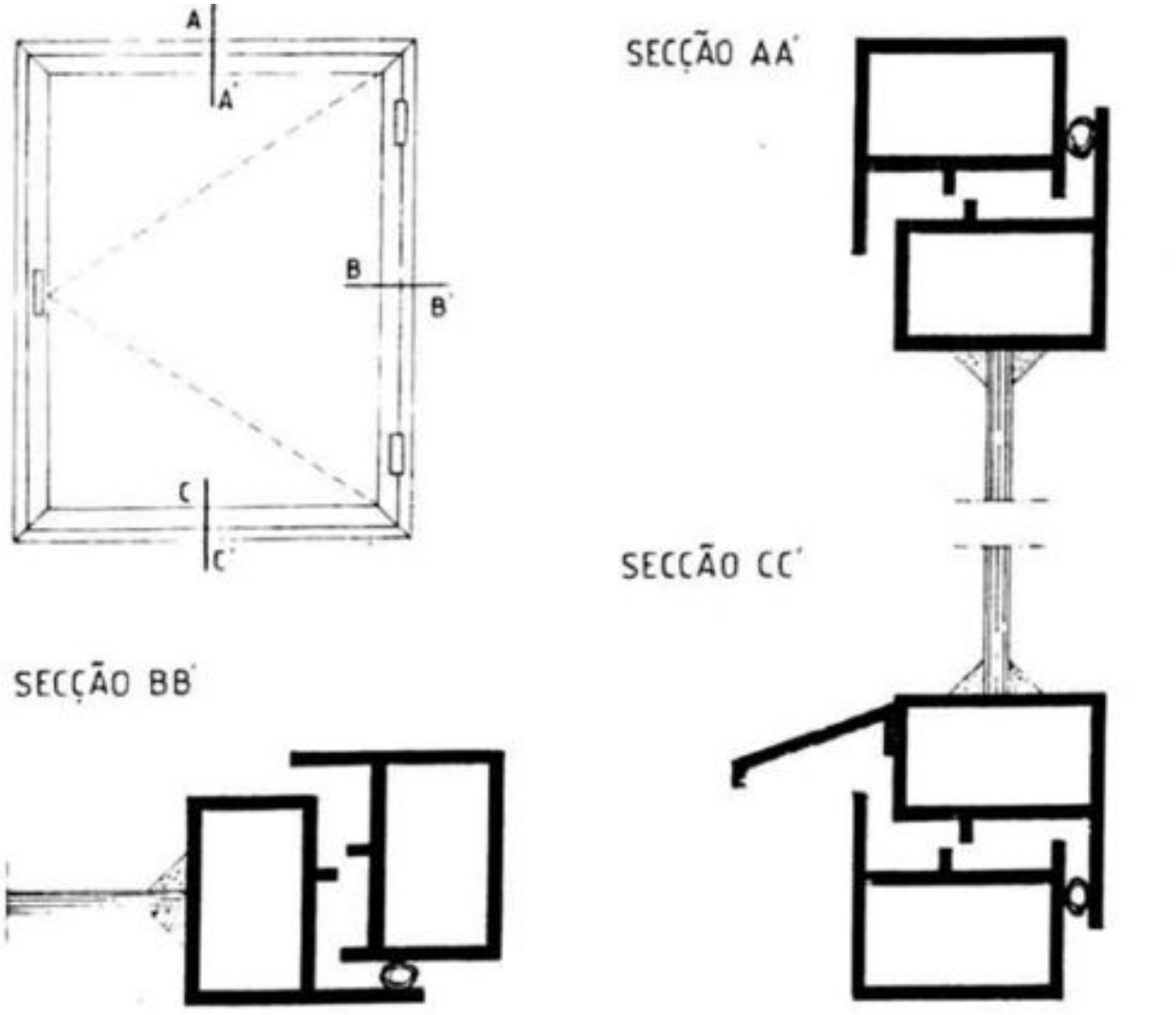
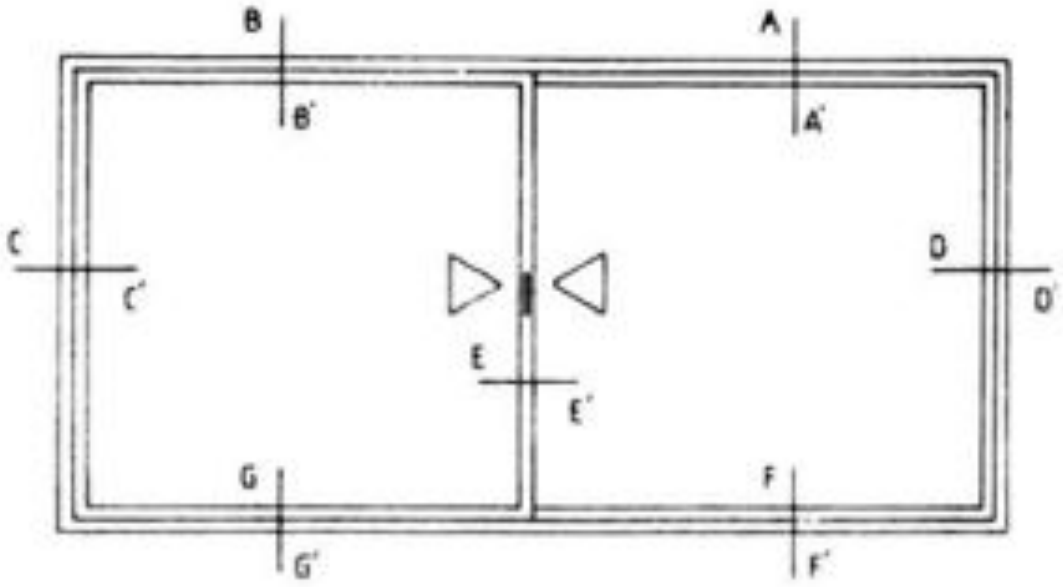
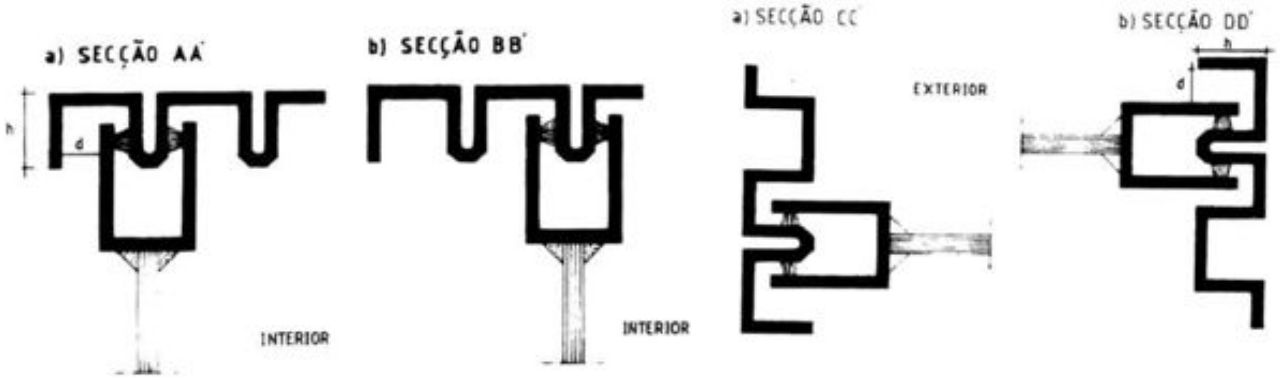


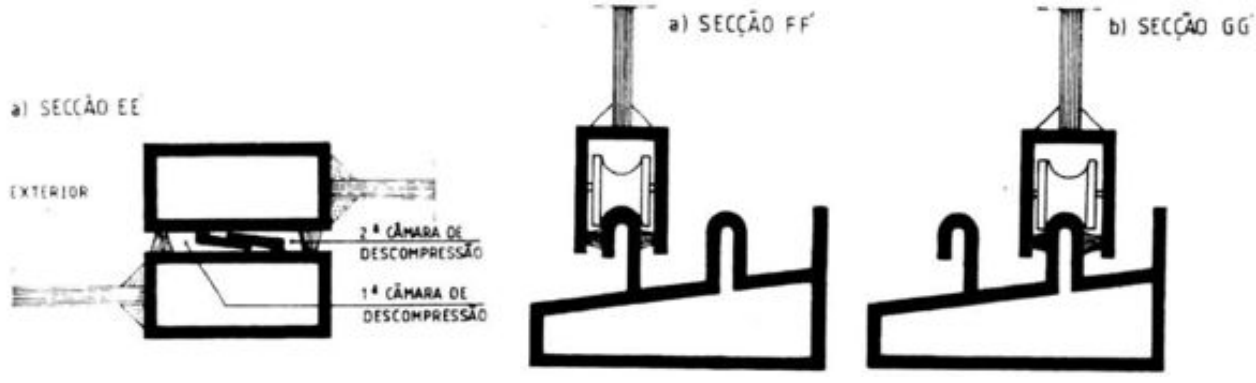
Figura K.1: Esquematização do sistema de vedação utilizado em janelas de batente [51].



(a)



(b) (c) (d)



(e) (f)

Figura K.2: Esquematização do sistema de vedação utilizado em janelas de correr [51].
K.2a: localização dos cortes de pormenorização;
K.2b e K.2c: secções verticais superiores de uma janela de correr; K.2d: secções laterais; K.2e: secção de junta entre folhas móveis; K.2d: secções verticais inferiores.

Anexo L: Fichas de reparação

FICHA DE REPARAÇÃO R.A1

DESIGNAÇÃO	**Reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes:** **a)** Borrachas tipo "bolha", "asa" ou "bolha - asa"; **b)** Borrachas tipo "cunha"; **c)** Borrachas em "E"; **d)** Fitas vedantes.
ELEMENTO	Juntas aro / vão, juntas folhas móveis / aro, golas.

MATERIAIS A APLICAR

a), b), c) Borrachas do mesmo tipo, com dimensões compatíveis; **b)** Fitas de dimensões compatíveis.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a), b) Martelo de vidraceiro, lâmina metálica grossa, alicate; **c)** Martelo de vidraceiro, lâmina metálica grossa, ferramentas manuais diversas para remoção do vidro; **d)** Material de limpeza.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Encontrar as extremidades das borrachas; **2 -** Introduzir a lâmina grossa, de modo a retirar a extremidade da ranhura; **3 -** Agarrando manualmente a fita, ou utilizando um alicate, retirar a totalidade da borracha da junta**;**
4 - Introduzir, do centro para as extremidades, a nova borracha vedante, e caso seja necessário, auxiliar com o martelo de vidraceiro a introdução**;**
b) Remover partículas soltas e friáveis com recurso à escova de arame, manual ou mecanicamente;
c) 1 - Proteger as zonas adjacentes à intervenção; **2 -** Aplicar os produtos químicos sobre o paramento a decapar; **3 -** Período de espera; **4 -** Lavagem para remoção do remanescente;
d) A substituição destas fitas deve ser efetuada sempre que se observe o seu desgaste, caso existam lacunas ou caso já não se verifique a sua existência.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 1 hora.

CUSTO ESTIMADO

25 euros / janela tipo.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a), b), c) As borrachas instaladas, não devem ser esticadas durante a instalação, pois regressarão posteriormente ao seu tamanho original, deixando espaços vazios nas extremidades;
a), b), c) De modo a facilitar a introdução das borrachas, pode-se utilizar um lubrificante de água e sabão neutro.
b) Normalmente situadas na gola do vidro, a sua remoção não deve ser feita simultaneamente, de modo a não causar o desprendimento do vidro. Neste sentido, devem ser removidas individualmente, de modo a manter a tensão no envidraçado. Devem também ser cortadas num comprimento 5% superior ao necessário.
d) Deve proceder-se sempre a uma limpeza da superfície onde irá aderir a face aderente da fita, de modo a proporcionar uma aderência total e a prolongar a vida útil da fita.

LIMITAÇÕES

a), **b)**, **c)** No caso de as borrachas serem do tipo co-extrudido no perfil, é muito difícil a sua substituição, sendo recomendado o contacto com o fabricante;
d) A substituição destas fitas deve ser efetuada sempre que se observe o seu desgaste, caso existam lacunas ou caso já não se verifique a sua existência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIACOMI (2007); EUROSEAL (2012); LUSOCAIXILHO, LDA 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.A2

DESIGNAÇÃO	**Reparação, substituição ou introdução de mastiques isolantes em:** **a)** Vidro e superfícies vitrificadas; **b)** Betão e pedra (superfícies porosas); **c)** Ligas metálicas; **d)** Polímeros plásticos; **e)** Superfícies lacadas ou pintadas; **f)** Madeira não tratada.	
ELEMENTO	Juntas internas, golas e juntas perimetrais.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Silicones; **b)** Espumas de poliuretano; **c)** Massa de vidraceiro; **d)** Outro tipo de vedantes; **e)** Calços de fixação;

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

Pistola de aplicação (manual ou pneumática), escova de arame, fita adesiva, maçarico ou pistola de ar quente e espátula, luvas de proteção, escovas duras e macias, pano, lâmina ou estilete metálico.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

1 - Remover o material de vedação antigo com recurso ao estilete, se necessário amolecendo com a pistola de ar quente; **2 -** Limpar toda a superfície e realizar a preparação para aplicação do vedante da seguinte maneira:
a) limpeza com solvente (toluol ou álcool), utilizando um pano macio, e posterior secagem com pano limpo; **b)** limpeza com escova de aço de modo a eliminar irregularidades e depósitos de produtos químicos; secagem e eliminação de partículas com ar comprimido; **c)** alumínio anodizado, limpeza com solvente (álcool); alumínio bruto, limpeza abrasiva com lã de aço; aço inox e galvanizado, limpeza com solvente (álcool); **d)** limpeza com solvente recomendado pelo fabricante; **e)** limpeza com solvente (toluol ou álcool); remoção de partes soltas de tinta; **f)** polir e limpar a superfície; **3 -** Colocar fita adesiva nas extremidades superiores dos suportes; **4 -** Colocação de fundos de junta; **5 -** Selagem com vedante; **6 -** Remoção da fita adesiva e realização de retoques e alisamentos da junta.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 0,5 a 0,75 horas.

CUSTO ESTIMADO

5 euros / janela tipo.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

A aplicação desta técnica deve ser com condições higrotérmicas especificadas pelo fabricante, para que não seja comprometida a sua aderência ao suporte e eficácia da técnica; deve ser verificada a uniformidade do selante constatando que não existem bolhas nem depressões que possam permitir a fixação e penetração de água; o selante não deve ser substituído por massa de vidraceiro dada a sua elevada porosidade e pouca capacidade de acompanhar a junta nas suas movimentações; devem ser previstas inspeções periódicas, verificando o estado dos vedantes utilizados.

LIMITAÇÕES

a) O vedante deve apenas ser colado a duas superfícies;
b) A degradação do suporte pode causar o desprendimento do cordão vedante, pelo que deve tentar-se ao máximo remover as partículas soltas até chegar a uma parte sã do suporte;
c) Temperaturas excessivas do suporte ou presença de condensações podem prejudicar a aderência do vedante;
d) Exsudação permanente de plastificantes, que atuam como desmoldantes;
e) Testar a aplicação em zonas pouco expostas e, caso a tinta provoque uma má aderência do vedante, é necessário removê-la; caso se opte pela não remoção da tinta, é necessário garantir a adesão da tinta ao suporte
f) A aplicação pode não ter a aderência desejada devido a defeitos no suporte, presença de humidade, fungos, ou outras anomalias naturais da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SÁ, 2010; LOPES, 2009; ABCI, 1992; GIACOMINI, 2006; JOLIVA, LDA 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.A3

DESIGNAÇÃO	**Substituição de elementos degradados ou em falta:** **a)** Parafusos; **b)** Elementos do sistema de fecho; **c)** Elementos do sistema de dobradiças; **d)** Elementos de fixação; **e)** Conectores de elementos; **f)** Outros.	
ELEMENTO	Ferragens ou acessórios.	

MATERIAIS A APLICAR

Elemento a substituir.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

Ferramentas manuais e óleo de limpeza e dissolução.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover o elemento degradado com recurso à chave apropriada e a óleo de limpeza e dissolução caso necessário; **2 -** Limpar a zona de introdução do novo parafuso e aplicar proteção galvânica se necessário;
3 - Introduzir novo parafuso de caraterísticas semelhantes ao original;
b) 1 - Remover elemento estragado manual ou mecanicamente; **2 -** Instalar elemento de substituição equivalente;
3 - Testar o funcionamento do conjunto de modo a verificar a necessidade de afinações adicionais;
c) 1 - Retirar elementos degradados existentes; **2 -** Aplicar elementos novos; **3 -** Afinar de acordo com o necessário;
4 - Verificar funcionamento e olear;
d) 1 - Remover elementos de fixação do aro degradados; **2 -** Verificação do furo de fixação; **3 -** Introdução do novo elemento de fixação garantindo o seu encastramento (se necessário utilizar colas epóxidas);
e) 1 - Remoção dos elementos a unir; **2 -** Remoção do envidraçado se necessário e desmontagem dos caixilhos;
3 - Troca do conetor degradado e verificação dos restantes; **4** - Montagem do sistema;
f) 1 - Remoção do elemento degradado; **2 -** Colocação do novo elemento, semelhante ao original**.**

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 1 hora

CUSTO ESTIMADO

15 euros / m^2.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Caso se verifique que a degradação prematura do parafuso se deveu à corrosão galvânica do mesmo, deve proceder-se à instalação de uma capa protetora, de modo a evitar a repatologia;
b) Se a danificação do sistema de fecho se dever à fragilidade do mesmo face à utilização que lhe é dada, deve prever-se a substituição por um elemento mais robusto ou até a instalação de um novo sistema de fecho / abertura;
c) Caso a degradação das dobradiças se deva a excesso de peso das folhas móveis, deve ser prevista a instalação de dobradiças adicionais, semelhantes às originais, evitando assim a repatologia;
d) A degradação dos elementos de fixação da caixilharia ao vão é muitas vezes causada por corrosão dos mesmos, sendo que os elementos novos devem ser inoxidáveis.

LIMITAÇÕES

No caso de existirem vários elementos degradados no sistema de fecho, no sistema de dobradiças ou de fixação, pode ser aconselhável a substituição de todos os elementos por elementos com caraterísticas superiores. Se existir dificuldade em encontrar peças de substituição, deve ser considerada também essa hipótese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCI, 1992; CARDIGO, 2012; GOMES, 2007; BATISTA GOMES 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.F1

DESIGNAÇÃO	**Afinação ou substituição de dobradiças:** **a)** Afinação: a.1 - sistemas oscilo-batentes, a.2 - sistemas ajustáveis, a.3 - sistemas de *pivot* simples; **b)** Substituição.	
ELEMENTO	Dobradiças.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Óleo de limpeza e dissolução; **b)** Dobradiças a substituir, parafusos de fixação.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Ferramentas manuais, chave de afinação; **b)** Equipamento de proteção, ferramentas manuais, brocas e berbequim.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) a.1: **1 -** Proceder ao ajuste do eixo vertical no compasso inferior; **2 -** Proceder ao ajuste da inclinação da folha no compasso inferior; **3 -** Ajuste do eixo horizontal no compasso superior; a.2: **1 -** Proceder ao desaperto dos parafusos de fixação na folha; **4 -** Ajuste da altura de fixação da dobradiça existente na folha móvel; **5 -** Colocação dos calços; **6 -** Verificação de funcionamento; a.3: **1 -** Desaperto dos parafusos de fixação do elemento desajustado; **2 -** Preenchimento dos orifícios de fixação vazios com betumes, ou tampas plásticas devidamente seladas; **3 -** Nova medição do sítio de fixação da dobradiça; **4 -** Furação dos orifícios de fixação; **5 -** Instalação da nova dobradiça;
b) 1 - Proceder à remoção da dobradiça danificada; **2 -** Preenchimento dos orifícios de fixação vazios com betumes, ou tampas plásticas devidamente seladas; **3 -** Medição do sítio de fixação da nova dobradiça; **4 -** Furação dos orifícios de fixação; **5 -** Instalação da nova dobradiça; **6 -** Verificação de funcionamento.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 0,1 a 0,2 horas.

CUSTO ESTIMADO

5 a15 euros / caixilharia tipo.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Para uma correta operacionalidade dos mecanismos de fecho, o sistema de dobradiças deve estar bem aferido, de modo que em alguns casos as falhas no primeiro são consequência da falta de operacionalidade do segundo;
b) Evitar apertos excessivos nos parafusos de fixação, que podem causar danos no aro ou na folha móvel bem como empenos no eixo de rotação; ter em atenção a verticalidade das medições e marcações; ter em atenção o estado de conservação do aro e da folha móvel de modo a não realizar a fixação da dobradiça em zonas podres, corroídas, ou de menor resistência dos elementos.

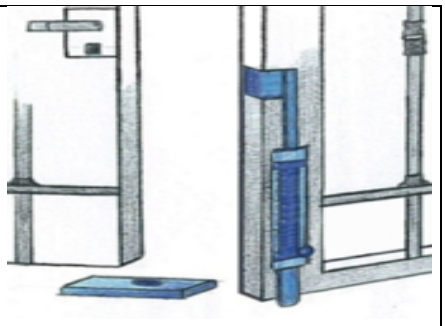
LIMITAÇÕES

a) Em casos de sistemas complexos, eletrificados ou de difícil acesso e manutenção, deve recorrer-se ao manual do produto ou ao auxílio de técnicos especializados; evitar pendurar pesos nas folhas móveis, sob pena de danificação do sistema de dobradiças ou dos suportes.
b) Verificar previamente o estado de degradação da base de fixação das dobradiças, de modo a garantir que o suporte aguenta a fixação das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, 2007; ABCI, 1992; PERFILPLUS LDA 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.F2

DESIGNAÇÃO	**Afinação ou substituição do mecanismos de abertura / fecho:** **a)** Introdução de peças em falta; **b)** Afinação de partes móveis, limpeza e lubrificação; **c)** Criação ou melhoramento de pontos de fecho; **d)** Instalação de novo mecanismo.	
ELEMENTO	Mecanismos de abertura / fecho.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Cremonas, alavancas, calços, parafusos, ou outros elementos em falta; **b)** Óleo de lubrificação e limpeza; **c)** Acessórios de fixação de trincos e ferrolhos; **d)** Novo mecanismo de abertura / fecho.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Ferramentas manuais; **b)** Ferramentas manuais, material para remoção de corrosão, óleo de limpeza; **c)** Ferramentas manuais, brocas e berbequim; **d)** Ferramentas manuais, brocas e berbequim;

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover as peças degradadas; **2 -** Limpar e olear a área de aplicação; **3 -** Introduzir as novas peças;
b) 1 - Limpar e olear todo o mecanismo; **2 -** Apertar, endireitar, ou afinar o material em mau funcionamento; **3 -** Verificar o seu correto funcionamento; **c) 1 -** Marcar o local onde o ferrolho deveria ser fixado; **2 -** Instalar elementos de fixação, ou realizar um furo com diâmetro adequando no elemento; **3 -** Verificar o correto funcionamento; **d) 1 -** Após a remoção do mecanismo antigo, limpar e olear os orifícios de fixação do novo mecanismo; **2 -** Instalar as peças do novo mecanismo segundo orientações do fabricante; **3 -** Verificar o correto funcionamento.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 0,5 horas

CUSTO ESTIMADO

7 a 50 euros / caixilharia tipo

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) As peças de substituição devem ser sempre similares às substituídas, tendo em atenção a identidade do sistema e de modo a tornar imperceptível a reparação do sistema; no caso de se optar pela substituição por peças com outras caraterísticas, todas as peças iguais no sistema devem ser também substituídas por peças iguais;
b) Em alguns casos, o mau funcionamento deve-se a empenos de ferrolhos, ou à deficiente colocação de dispositivos de operação e fixação; nestes casos, deve ser realizada uma afinação do sistema descrita nesta ficha, tentando não causar a rotura do sistema através da quebra de partes chave;
c) Muitas vezes, o desgaste dos pontos de fecho acontece em soleiras de portas com uma elevada utilização; deve assim ser acautelado o comprimento do ferrolho, para que este se consiga fixar no novo orifício; no caso de a perda de fixação se dever à perda de uma peça, esta deve ser reinstalada no mesmo local;
e) Em casos onde a fragilidade do sistema seja evidente, deve ser instalado um mais robusto.

LIMITAÇÕES

a) No caso de as peças em falta serem dificilmente substituíveis ou se verifique que a sua falta se deveu a danificação devido à fragilidade do sistema, é recomendada a substituição por peças mais resistentes, à degradação ou ao uso;
b) Em casos avançados de degradação por corrosão, é recomendada a substituição dos elementos;
c) Em casos onde o alcance do ferrolho não alcance o novo ponto de fecho, este deve ser substituído;
d) Em casos onde a fragilidade do sistema seja notória, deve considerar-se a instalação de um mecanismo adicional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCI, 1992; GOMES, 2007; GIACOMINI, 2006; BAPTISTA GOMES 2012; PERFILPLUS 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.F3

DESIGNAÇÃO	**Instalação de elementos complementares:** **a)** Dobradiças; **b)** Pontos de fecho; **c)** Ligações aro - vão; **d)** Limitadores de abertura; **e)** Dispositivos de controlo solar.	
ELEMENTO	Ferragens, paramento circundante ao vão.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Dobradiças e parafusos de fixação; **b)** Ferrolhos, ou mecanismos de abertura / fecho; **c)** Garras metálicas / parafusos; **d)** Dispositivos limitadores de abertura; **e)** Palas, *lightshelf,* barbatanas, toldos, venezianas, *brise-soleil.*

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a), b), c), d) Equipamento de proteção, ferramentas manuais, brocas e berbequim;
e) Equipamento de proteção, ferramentas manuais, brocas, berbequim, e outras ferramentas.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Medição do sítio de fixação da nova dobradiça; **2 -** Furação dos orifícios de fixação; **3 -** Instalação da nova dobradiça; **4 -** Verificação de funcionamento;
b) 1 - Instalar as peças do novo mecanismo segundo orientações do fabricante; **2 -** Verificar o correto funcionamento;
c) 1 - Efetuar as medições necessárias e as marcações devidas; **2 -** Realizar a furação do vão, em posições definidas de acordo com o recomendado pelo fabricante; **3 -** Introdução dos elementos de fixação;
d) 1 - Realizar as furações necessárias; **2 -** Instalação dos dispositivos de fixação no aro e na folha móvel; **2 -** Montagem da folha móvel; **3 -** Verificação do funcionamento e robustez do sistema;
e) 1 - Efetuar as medições necessárias e as marcações devidas; **2 -** Realizar a furação do paramento; **3 -** Instalação do dispositivo; **4 -** Verificação da alteração das condições de sombreamento.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

a) 1 operário x 0,25 horas; **b), c), d)** 1 operário x 0,2 horas; **e)** variável com a complexidade do dispositivo.

CUSTO ESTIMADO

a), **b) , c)** 15 euros a 50 euros; **e)** variável com o tipo do dispositivo.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) O ajuste das novas dobradiças deve ser feito em conjunto com o ajuste das existentes;
b) Recomendado apenas em caso de notória fragilidade do sistema de abertura / fecho;
c) A fixação do aro e o pré-aro pode ser através de parafusos de qualquer tipo, que devem perfurar a parede até a uma profundidade mínima de 25 mm; no caso dos aros, os pontos de fixação devem situar-se a uma distância das esquinas do aro e do pré-aro que deve ser no máximo de 25 cm e no mínimo de 15 cm;
d) Apenas recomendado em casos onde apenas exista um, ou nenhum limitador. Deve ser instalado um dispositivo semelhante ao existente, caso exista;
e) A instalação deste tipo de dispositivos deve ser feita apenas em casos de elevado desgaste devido à radiação solar.

LIMITAÇÕES

a) No caso de os suportes estarem em mau estado, deve proceder-se à sua prévia reparação;
b) Em muitos casos, a instalação de novos pontos de fecho pode ser preterida em favor de um novo mecanismo;
c) Havendo apenas a questão de resistência à intrusão, podem ser instaladas grades ao invés de reforçar a caixilharia;
d) Em casos onde já existam dois limitadores e seja notória a fragilidade dos mesmos, é recomendada a substituição de ambos por dispositivos mais robustos;
e) A instalação destes dispositivos deve ter em atenção a integração dos mesmos no aspeto exterior da fachada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCI, 1992; GOMES, 2007; GIACOMINI, 2006; BATISTA GOMES 2012; PERFILPLUS 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P1

DESIGNAÇÃO	**Limpeza geral da caixilharia:** **a)** Alumínio anodizado, ferro / aço galvanizado; **b)** Metais termolacados, aço inoxidável, outras ligas metálicas; **c)** PVC; **d)** Madeira.	
ELEMENTO	Superfície dos elementos, calhas, orifícios drenantes, ferragens, envidraçados.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Detergente ou produto saponáceo de PH neutro, solução de cloro-etileno; **b)** Detergente ou produto saponáceo de PH neutro, solução aquosa de solvente mineral neutro; **c)** Detergente ou produto saponáceo de PH neutro, solução de terebintina; **d)** Detergente ou produto saponáceo de PH neutro.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Luvas de proteção, esponja, balde; **b)** Luvas de proteção, escova macia (*nylon* ou fibras vegetais), esponja, balde; **c)** Luvas de proteção, escova macia (*nylon* ou fibras vegetais), esponja dura, balde;
d) Luvas de proteção, esponja macia, pano húmido / seco, balde;

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover partículas de fraca aderência com uma esponja humedecida; **2 -** Remover a sujidade mais entranhada com detergente neutro ou solução de cloro-etileno para alumínio; **3 -** Remover resíduos com enxaguamento ligeiro;
b) 1 - Pré-molhagem da superfície; **2 -** Remover a sujidade com esponja embebida em solução aquosa de sabão neutro; **3-** Remover sujidade difícil com recurso a solventes minerais; **4 -** Enxaguamento para remoção de detritos;
c) 1 - Pré-molhagem da superfície; **2 -** Remover a sujidade com esponja embebida em solução aquosa de sabão neutro; **3-** Remover sujidade difícil com recurso a terebintina; **4 -** Enxaguamento com água corrente para remoção de detritos;
d) 1 - Utilização de esponja húmida em solução aquosa morna de sabão neutro para remoção dos detritos; **2 -** Remoção do sabão com pano húmido; **3 -** Secagem da superfície com pano seco.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 0,2 horas = limpeza de caixilharia-tipo

CUSTO ESTIMADO

1,5 euros / caixilharia tipo

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

Selecionar as atividades de limpeza da menos agressiva para a mais nociva; verificação da compatibilidade dos produtos químicos aplicados, nomeadamente no que se refere aos ácidos; aplicação prévia dos produtos em áreas de teste, a fim de determinar a sua eficiência e adequação; seguir sempre recomendações do fabricante; utilizar escovas e cotonetes para acesso a cantos e locais de difícil limpeza; lubrificar partes móveis após a limpeza.

LIMITAÇÕES

a) Não realizar lavagens ácidas ou básicas, nem aplicar produtos abrasivos;
b) Incompatível com lavagens ácidas ou básicas, solventes em excesso, produtos e métodos abrasivos;
c) Desaconselhado o uso de detergentes à base de cloro, solventes acetónicos, aromáticos ou clorídricos, óleos minerais ou abrasivos;
d) Não é aconselhado o enxaguamento com fontes de água corrente, a aplicação de produtos de limpeza deve ser compatível com o tipo de revestimento utilizado em cada caso.

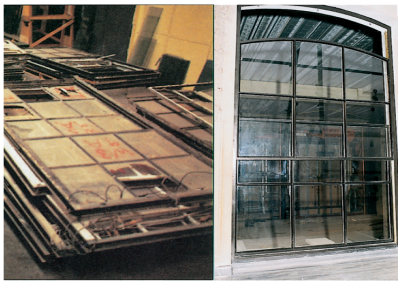
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUREAU VERITAS, 1993; CAMPANELLA, 2003; SÁ, 2010; LOPES, 2009.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P2

DESIGNAÇÃO	**Reparação de revestimentos:** **a)** Anodização; **b)** Termolacagem; **c)** Tinta; **d)** Verniz; **e)** PVC.	
ELEMENTO	Superfície da caixilharia.	
MATERIAIS A APLICAR		
a) Massa de polir (óxido de cério); **b), c)** Tintas de reparação; **d)** Verniz adequado, decapantes; **e)** Polidor de PVC.		
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
a) Pano grosso e seco, material de limpeza; **b), c), d)** Lixa fina, trincha e pincéis; **e)** Lixadeira excêntrica, lixa grão 400.		
DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO		
a) 1 - Limpar cuidadosamente a superfície a reparar; **2 -** Aplicar massa de polir; **3 -** Proceder ao polimento, com gestos circulares efetuando pressão com o pano grosso e seco sobre a massa de polir; **b) 1 -** Limpar cuidadosamente a superfície a reparar; **2 -** Proceder a um ligeiro polimento da superfície, de maneira a homogeneizar a mesma, a criar uma zona rugosa e a disfarçar os riscos ou mossas no revestimento; **3 -** Proceder à aplicação de tintas de reparação com a mesma tonalidade, recomendadas pelo fabricante; **4 -** Deixar secar; **c) 1 -** Proteger e limpar as zonas adjacentes à intervenção; **2 -** Proceder a um ligeiro polimento da superfície, de maneira a homogeneizar a mesma, a criar uma zona rugosa e a disfarçar os riscos ou mossas no revestimento; **3 -** Limpar os detritos do polimento, e aplicar a tinta pretendida; **4 -** Deixar secar o tempo indicado pelo fabricante; **d) 1 -** Remoção do verniz anterior com abrasivos e aguarrás; **2 -** Deixar secar; **3 -** Dar a primeira demão com uma almofada de pano; **4 -** Dar as demãos seguintes com pincel; **5 -** Deixar secar; **e) 1 -** Limpar cuidadosamente a superfície a reparar; **2 -** Proceder à lixagem dos riscos, mossas, ou outros defeitos, até disfarçar (lixa grão 400); **3 -** Aplicar o produto de polimento, com papel de celulose, apenas numa direção, ou de acordo com as instruções do respetivo fabricante.		
MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO		
1 operário x 0,6 horas.		
CUSTO ESTIMADO		
a), b), c), d) 10 euros / caixilharia – tipo; d) 15 euros / caixilharia – tipo.		
RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS		
a) Deve utilizar-se uma lixa fina, de modo a não danificar a restante camada anodizada; **b), c)** Se possível, a reparação deve ser feita repintando todo o elemento afetado, de modo a evitar manchas indesejáveis no revestimento, resultado da alteração da tonalidade da tinta existente graças à radiação UV**;** **d)** O disfarce da aplicação da técnica deve ser realizado por um esbatimento da quantidade de verniz aplicada; **e)** Utilizar o material de polimento apenas em condições secas, devido à natureza higroscópica dos sais dissolvidos.		
LIMITAÇÕES		
a) Não deve ser utilizada em casos de danos profundos ou extensos, sendo nesse caso mais indicada a técnica R.P5; **a), b)** A utilização desta técnica não garante resultados satisfatórios, sendo muitas vezes preferível a não reparação de pequenos danos, riscos ou mossas, à sua reparação mal executada; **d)** Em casos onde a madeira esteja bastante degradada, é preferível a aplicação de betumes e a proteção com tinta; **e)** Não aconselhável em casos de danos extensos, ou profundos, sendo nesses casos preferível a técnica R.P8.		
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
COSMO CHEMIE (2012).		

FICHA DE REPARAÇÃO R.P3

DESIGNAÇÃO	**Reparação de zonas degradadas por corrosão:** **a)** Alumínio anodizado; **b)** Alumínio lacado; **c)** Aço galvanizado ; **d)** Aço galvanizado lacado; **e)** Ferro pintado.	
ELEMENTO	Travessas, montantes, aros e alguns tipos de ferragens metálicas.	

MATERIAIS A APLICAR

Produtos de limpeza: a) detergentes de limpeza, óleo de limpeza e dissolução; **b), d)** produtos tensioativos e solução fosfatante; **c), e)** solvente alcalino (carbonato de sódio (15 a 20 g/l), fosfato trisódico (15 a 20 g/l), detergente neutro (2 a 3 g/l)), tricloroetileno, percloroetileno, tricloroetano e cloroeteno, óleo de limpeza e dissolução;

Produtos primários: b), d) do tipo acrílico**; c), e)** rico em zinco, poliuretano ou episódico;

Primários de aderência: c), e) primário de PVB (butiral polivinilo) e tetraoxicromato de zinco ou ácido fosfórico e fosfato;

Pintura de acabamento: b), d) contatar fabricante**; c), e)** igual ou equiparada a tinta corrente para exterior.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

Espátula e lixa grossa, escova de arame, pano, equipamento mecânico de decapagem e lixagem (lixadeira, polidor, entre outros), jacto de água ou areia pressurizado, pistola de projeção ou pincel e trincha.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

1 - Proceder à remoção de detritos, tinta solta e óxidos resultantes da corrosão até chegar ao material são, aplicando uma escovagem manual ou mecânica; **2 -** Caso a corrosão persista em algumas zonas, limpeza com água quente ou água fria misturada com: **a)** detergentes de limpeza ou óleo de limpeza e dissolução; **b), d)** produtos tensioativos e solução fosfatante; **c), e)** solvente alcalino (carbonato de sódio (15 a 20 g/l), fosfato trisódico (15 a 20 g/l), detergente neutro (2 a 3 g/l)), tricloroetileno, percloroetileno, tricloroetano e cloroeteno, óleo de limpeza e dissolução; **3 -** Enxaguamento final com água corrente para remoção dos produtos de limpeza; **4 -** aplicação de primário: **b), d)** do tipo acrílico; **c), e)** rico em zinco ou poliuretano; **5 -** Aplicação do primário de aderência: **c), e)** primário de PVB (butiral polivinilo) e tetraoxicromato de zinco ou ácido fosfórico e fosfato; **6 -** Pintura de acabamento: **b), d)** contatar fabricante**; c), e)** igual ou equiparada a tinta corrente para exterior.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 1,5 horas / caixilharia-tipo.

CUSTO ESTIMADO

1 x 8 + custo material decapante + custo tintas de proteção.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Utilizar em casos onde a corrosão não tenha atingido a totalidade da espessura do elemento a reparar; caso tenha atingido a totalidade ou uma parte significativa da espessura do elemento, deve considerar-se a realização de próteses;

b) Utilizar em zonas limitadas; no caso de se verificar uma corrosão generalizada da caixilharia, esta deve ser removida e reparada em oficina de modo a garantir um resultado mais efetivo;

c) Recomenda-se a utilização de equipamento de proteção pessoal e a correta utilização de todas as ferramentas elétricas;

d) Deve ser utilizada esta técnica com temperaturas a rondar 20 °C e sem a ocorrência de precipitação.

LIMITAÇÕES

Apenas recomendada quando apenas pequenas zonas são afetadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUREAU VERITAS, 1993; SÁ, 2010; LOPES, 2009.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P4

DESIGNAÇÃO	**Execução de próteses:** **a)** Madeira; **b)** Ferro / aço.	
ELEMENTO	Caixilhos e aros.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Resinas epóxidas ou outros materiais de preenchimento, primário de tratamento e endurecimento, material de revestimento; **b)** Elementos com a mesma composição e forma dos substituídos, material de soldagem.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Espátula, ferramentas manuais, broca elétrica, lixa, escova de arame; **b)** Escova de arame, serra elétrica com disco para ferro, material para realização de soldagem.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover totalmente o material degradado com o auxílio de ferramentas manuais ou de uma broca elétrica, até alcançar material são; **2 -** Aplicar o primário de tratamento e endurecimento, e deixar atuar segundo instruções do fabricante; **3 -** Escovar a superfície do material com recurso a uma escova de aço; **4 -** Realizar a mistura das duas fases da resina por etapas, de modo a misturar apenas o material necessário para preencher uma porção do espaço vazio; **5 -** Realizar o preenchimento total do material em falta; **6 -** Efetuar o polimento e regularização da superfície através de uma lixa grossa na primeira fase e mais fina na segunda; **7 -** Após a regularização da superfície, aplicar o revestimento semelhante à restante caixilharia;
b) 1 - Remover totalmente o material degradado, com o auxílio de ferramentas manuais ou elétricas, até alcançar material são; **2 -** Aplicar o elemento de substituição através de soldadura; **3 -** Aplicar a pintura de tratamento e proteção superficial.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

a)1 operário x 6 horas; b) 1 operário x 1 hora

CUSTO ESTIMADO

a) 30 euros; b) 10 a 20 euros;

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Utilizar em superfícies lisas e sem fenómenos de perda de coesão; realizar o preenchimento das cavidades afetadas por fases, de modo a não misturar material que atinja o período de cura, antes da sua aplicação, ou com material sem trabalhabilidade suficiente que permita a sua aplicação; no caso de a podridão afetar zonas com arestas, ou zonas de fronteira, deve-se proceder à fixação de ripas de madeira nas extremidades do caixilho, de modo a criar uma barreira e um regularizador para uma mais fácil aplicação do material de preenchimento; na maioria dos casos, é aconselhada a pintura total da caixilharia após a realização de próteses, de modo a evitar diferenças no revestimento;
b) Instalar peças de substituição com formas o mais similares possíveis às existentes; se possível, tentar realizar as soldaduras em zonas não visíveis, mesmo que isso implique a remoção de material saudável; ter em atenção a espessura dos cordões de soldadura e a distância de espaçamento em zonas em contacto com o envidraçado.

LIMITAÇÕES

a) Reduzido tempo de aplicação do material; caso a área afetada assuma proporções generalizadas no elemento, deve preferir-se a sua troca ao invés da sua recuperação; no caso de existirem vários elementos afetados, considerar a hipótese de substituição do sistema de caixilharia; não indicado para degradações superficiais generalizadas, como a causada por radiação UV;
b) Embora seja possível a execução de próteses em caixilharia de ferro, na maioria das vezes recomenda-se a substituição integral do caixilho, de modo a manter o aspeto original, bem como a proporcionar uma melhor acabamento das zonas a soldar e a evitar zonas cordões de soldadura em zonas indesejadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RONSEAL 2012; HOME DEPOT 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P5

DESIGNAÇÃO	**Repintura da superfície:** **a)** Anodização; **b)** Termolacagem; **c)** Tinta; **d)** Verniz.	
ELEMENTO	Superfície do reboco.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Ácido nítrico, ácido oxálico, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico; **b)** Tintas para lacagem recomendadas pelo fabricante, primário de aderência; **c)** Produtos decapantes, materiais de proteção, tintas de acabamento, primários de aderência; **d)** Produtos decapantes, materiais de proteção, vernizes, primários de aderência.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Material de proteção, água desionizada, cuba eletrolítica, fita adesiva; **b)** Lixadeira excêntrica, escovas grossas, pistola de pintura, equipamento de proteção, forno; **c)** Dispersor / pulverizador de baixa pressão, equipamento de proteção;
d) Maçarico ou pistola de ar quente e espátula; **e)** Jacto de água ou areia pressurizado; **f)** Dispersor / pulverizador de baixa pressão, escova macia (*nylon* ou fibras vegetais).

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Utilizando luvas, óculos e máscara de proteção, preparar um banho desionizante (misturando água desionizada, ácido nítrico e ácido oxálico na cuba eletrolítica); **2 -** Introduzir as peças em alumínio anodizado até a camada de anodização ter sido removida; **3 -** Polir com recurso a lixadeiras excêntricas os riscos e danos no alumínio; **4 -** Com recurso a hidróxido de sódio, remover o metal oxidado da superfície; **5 -** Utilizando o ácido sulfúrico numa solução de 10 a 20%, proceder à anodização do material na cuba eletrolítica;
b) 1 - Remover mecanicamente a lacagem anterior; **2 -** Introduzir as peças em alumínio num banho de primário de aderência; **3 -** Cobrir as peças com recurso à projeção das tintas em pó por pistola; **4 -** Aquecer no forno pelo tempo e à temperatura recomendada pelo fabricante; **5 -** Deixar secar em estufa adequada;
c), d) 1 - Proteger as zonas adjacentes à intervenção; **2 -** Aplicar os produtos químicos sobre o paramento a decapar;
3 - Período de espera; **4 -** Lavagem para remoção do remanescente; **5 -** Aplicar primário de tratamento;
6 - Pintar / envernizar; **7 -** Deixar secar em local adequado (estufa).

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

a), b) 1 operário x 8 horas; c), d) 1 operário x 3 horas

CUSTO ESTIMADO

45 euros / m^2;

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a), b) Estes processos devem ser realizados exclusivamente em sítios especializados, com os equipamentos devidos;
c) Adequada a grandes superfícies, recomenda-se a utilização de equipamento de proteção pessoal;
d) Em casos onde a degradação do material exija uma grande aplicação de betumes, recomenda-se a pintura.

LIMITAÇÕES

a), b) Não garantem acabamento igual ao existente em caixilharias adjacentes; o processo pode ser mais caro do que a substituição integral da caixilharia;
a), b), c), d) Requerem a completa desmontagem do sistema de caixilharia; dificuldade na remoção da maioria dos aros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKI 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P6

DESIGNAÇÃO	**Reparação de deformações:** **a)** Distorções; **b)** Empenos; **c)** Dilatações; **d)** Deformações de juntas.	
ELEMENTO	Elemento deformado.	

MATERIAIS A APLICAR

b) Decapantes, primários de tratamento, tintas; **d)** Conectores metálicos.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Martelo de vidraceiro, maçarico, pano grosso, alicate de pressão; **b)** Ferramentas manuais; **c)** Rebarbadora ou lixadeira eléctrica; **d)** Ferramentas manuais.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover os elementos afetados da caixilharia; **2 -** Remover partículas de tinta de fraca aderência com recurso à espátula, bem como sujidade; **3 -** Lixar toda a superfície; **4 -** Aquecer ligeiramente o elemento em caso de caixilharias metálicas, e forçar o seu retorno à forma inicial caso sejam caixilharias metálicas; no caso de caixilharias de madeira, deve ser aplainada a madeira deformada e feitas próteses de modo a tomar o lugar do material em falta; **5 -** Nova pintura de proteção;

b) 1 - A madeira deve ser removida da caixilharia; **2 -** Deve ser decapada a área defeituosa; **3 -** Secagem em estufa ou ao ar livre até ao nível de humidade pretendido; **4 -** Impregnação da madeira; **5 -** Aplainamento até à forma desejada; **6 -** Pintura de proteção montagem do elemento na caixilharia;

c) 1 - Averiguar corretamente a origem da dilatação; **2 -** Caso resulte de dilatação térmica (metais), aumentar as folgas até a caixilharia funcionar corretamente nos picos de temperatura; caso a causa seja absorção de água, proceder como se se tratasse de um empeno (b);

d) 1 - Remoção dos elementos afetados; **2 -** No caso de conetores metálicos, proceder à sua substituição; no caso de juntas de madeira, proceder à execução de próteses em ambos os elementos de modo a obter uma nova junta.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 1 hora / anomalia.

CUSTO ESTIMADO

15 euros / hora.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Utilizar em casos de deformações em ferro / aço; para deformações em alumínio, recomenda-se a substituição do elemento deformado;

b) Para a reparação correta de empenos em madeira, a impregnação deve ser feita em autoclave e a seca da madeira em estufas apropriadas;

c) No caso de as folgas necessárias para permitir a dilatação térmica dos materiais criarem frestas de aberturas consideráveis, deve ser prevista a inclusão de borrachas vedantes e mastiques de comportamento elástico;

d) Devem ser utilizados conectores metálicos similares aos existentes.

LIMITAÇÕES

a) Pouco eficaz em deformações do tipo mossas;

b) Em casos de caixilharias metálicas, aplicar tratamento do tipo (a);

d) Não aplicável em tintas de base aquosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RAADVAD; CRUZ e NUNES (LNEC).

FICHA DE REPARAÇÃO R.P7

DESIGNAÇÃO	**Limpeza, reparação ou execução de rasgos drenantes:** **a)** Limpeza; **b)** Reparação; **c)** Execução.	
ELEMENTO	Soleira, aro ou folhas móveis.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Detergente ou produto saponáceo de PH neutro, água; **b)** Pingadeiras, água; **c)** Pingadeiras ou canais drenantes.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Escovas, panos, e cotonetes, equipamento de ar comprimido; **b)** Rebarbadora ou broca eléctrica, equipamento de proteção, nível; **c)** Rebarbadora ou broca eléctrica, equipamento de proteção, marcação e medição, nível.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover a sujidade possível com recurso ao equipamento de ar comprimido; **2 -** Tentar remover a sujidade remanescente com recurso a escovas adequadas embebidas na solução aquosa de detergente ou sabão; **3 -** Verificar o funcionamento final do sistema drenante com recurso a uma pequena quantidade de água;

b) 1 - Recorrer a uma pequena quantidade de água de modo a verificar os pontos onde é necessária intervenção; **2 -** Efetuar o desgaste, as furações, tamponamentos ou rasgos necessários de modo a solucionar os problemas encontrados; **3 -** Repetir os passos 1 e 2 até a água ter um encaminhamento rápido e natural para o exterior do vão;

c) 1 - Proteger as zonas adjacentes à intervenção; **2 -** Efetuar a marcação e planeamento do sistema de evacuação geral da caixilharia; **3 -** Executar o desgaste, as furações, tamponamentos ou rasgos necessários para a implementação do sistema planeado; **4 -** Recorrer a uma pequena quantidade de água de modo a verificar o funcionamento do sistema; **5 -** Repetir os passos 2, 3 e 4, efetuando alterações ao sistema caso necessário, até a água ter um encaminhamento rápido e natural para o exterior do vão.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 0,25 horas: limpeza e reparação de uma caixilharia-tipo.

CUSTO ESTIMADO

0,25 x 8 = 2 euros / caixilharia-tipo

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) É recomendada uma limpeza periódica a todo o sistema drenante, de modo a garantir a sua operacionalidade quando for necessário o seu funcionamento;

b) Recomendada em casos onde o desgaste causado por utilização intensa, deficiente execução inicial ou danos causados por ausência de peças causem um mau funcionamento do sistema;

c) A criação de um sistema drenante deve ser feita por técnicos especializados, tendo em conta o estado, material e importância de cada caixilharia; caso seja difícil a execução de um sistema drenante funcional, é recomendada a substituição da caixilharia.

LIMITAÇÕES

b) Devido à degradação do material pode não ser possível a reparação;

c) Requer um planeamento e execução cuidada, de modo a funcionar em pleno; apenas recomendado no caso de não existir qualquer sistema previsto pela fabricante e em caixilharias onde não seja possível a reabilitação pelo mesmo; grande probabilidades de causar danos na caixilharia, devido ao mau manuseamento de ferramentas elétricas ou ao mau planeamento do sistema; alteração da identidade da caixilharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES 2009.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P8

DESIGNAÇÃO	**Substituição de elementos da caixilharia:** **a)** Travessas / montantes; **b)** Elementos do aro; **c)** Soleira / peitoril; **d)** Pingadeiras, bites e elementos secundários.	
ELEMENTO	Caixilharia.	

MATERIAIS A APLICAR

a), b), d) Elemento no mesmo material, com as mesmas dimensões do elemento a substituir, colas e elementos para fixação; **c)** Soleira de substituição, no mesmo material ou em materiais mais resistentes.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a), b), c), d) Ferramentas manuais, equipamentos de proteção, espátula, equipamento de pintura.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover as folhas móveis; **2 -** Retirar o vidro, caso necessário; **3 -** Separar o elemento a substituir dos restantes; **4 -** Reparar as zonas de junção; **5 -** Introduzir o novo elemento; **6 -** Proceder ao acabamento semelhante ao original;
b) 1 - Remover as folhas móveis; **2 -** Remover as fixações do aro; **3 -** Retirar o elemento a substituir, ou a totalidade do aro caso necessário; **4 -** Instalar o novo elemento e proceder à sua fixação no vão; **5 -** Verificar o funcionamento;
c) 1 - Retirar os elementos necessários (o que na maioria das vezes implica a remoção total da caixilharia); **2 -** Retirar a soleira / peitoril degradada; **3 -** Instalar uma nova soleira / peitoril; **4 -** Reinstalar os elementos removidos;
d) 1 - Retirar o elemento degradado; **2 -** Instalar o novo elemento à semelhança do método usado para o elemento removido; **3 -** Proceder à pintura ou ao acabamento utilizado para a restante caixilharia.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 2 horas.

CUSTO ESTIMADO

25 euros / hora + custo da madeira escolhida.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Apenas se recomenda a substituição de montantes ou travessas da caixilharia em casos onde a degradação é profunda, mas apenas afeta um dos elementos das folhas;
b) A substituição de elementos do aro deve ser feita tanto quanto possível sem remoção dos restantes elementos ou tentando substituir apenas uma parte do elemento degradado *in-situ* (prótese);
c) A degradação da soleira deve-se na maioria das vezes às pendentes insuficientes ou a concavidades que acumulam água; se possível, deve-se tentar remover as zonas degradadas do material e preencher com resinas (prótese), tendo em atenção as pendentes criadas, de modo a evitar a repatologia.

LIMITAÇÕES

a) Devido à especificidade de cada tipo de caixilharia em muitos casos a substituição de apenas uma travessa ou montante não é possível ou torna-se mais dispendiosa do que outras soluções; nestes casos, é recomendada a troca da totalidade da folha móvel, ou de ambas, dependendo do seu grau de degradação;
b), c) Caso se opte pela remoção, é necessário ter a consciência do que a sua remontagem pode ser uma processo complicado, moroso e muitas vezes dificultado senão impossibilitado pelos métodos utilizados para a sua fixação; em caixilharias de elevada idade, é desaconselhada a remoção destes elementos, tentando-se a reparação *in situ*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPILUX 2012; RAAVAD; CRUZ e NUNES (LNEC).

FICHA DE REPARAÇÃO R.P9

DESIGNAÇÃO	**Aplicação de perfis de reforço:** **a)** Travessas / montantes; **b)** Reforço de juntas.	
ELEMENTO	Montantes e travessas.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Perfis de reforço, materiais e elementos de fixação, tintas de revestimento; **b)** Juntas externas de reforço, materiais e elementos de fixação, tintas de revestimento semelhantes à tonalidade da caixilharia existente.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Ferramentas manuais, pistola para aplicação de mastiques, material de pintura e aplicação de colas, garras de fixação, lixa; **b)** Ferramentas manuais, material de pintura e aplicação de colas, garras de fixação, lixa.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Realizar testes de deformação de modo a confirmar a necessidade de reforço; **2 -** Remover a camada de tinta e partículas degradadas e soltas da superfície que vai estar em contacto com o perfil de reforço; **3 -** Lixar toda a superfície; **4 -** Aplicar uma cola de contacto nas superfícies de ambos os perfis; **5 -** Recorrer a uma fixação mecânica até ao fim do período de cura indicado pelo fabricante, garantindo que não existem espaços vazios entre os dois perfis; **6 -** Aplicar uma fixação mecânica, caso necessário; **7 -** Realizar a fixação do perfil de reforço nos elementos adjacentes através de uma fixação mecânica; **8 -** Verificar a solidez e o aumento de resistência mecânica do conjunto através da realização de testes de deformação e da comparação com os resultados iniciais;
b) 1 - Realizar testes de deformação de modo a confirmar a necessidade de reforço; **2 -** Efetuar as furações necessárias à fixação do reforço; **3 -** Aplicar o reforço, adequado ao material e ao tipo de caixilharia; **4 -** Realizar testes de deformação de modo a confirmar a melhoria das deformações obtidas.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 3 horas.

CUSTO ESTIMADO

20 euros / elemento;

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Utilizar em casos onde a deformação das folhas móveis é causa de um aumento da permeabilidade à água ou ao ar e onde possam existir preocupações acrescidas de segurança; caso o reforço da caixilharia existente não seja possível, e caso o vão o permita, pode ser instalada uma nova caixilharia exteriormente à inicial, de modo a existir uma diminuição das solicitações à caixilharia original;
b) Utilizar apenas em casos notórios de fragilidade das juntas ou do seu avançado estado de degradação; na segunda situação, proceder inicialmente à remoção das partes degradadas e ao preenchimento das cavidades com material adequado.

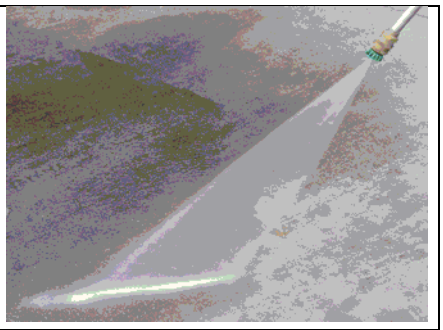
LIMITAÇÕES

a) Pouco eficaz em casos onde existe uma baixa resistência mecânica em todos os elementos da caixilharia;
b) O reforço exterior de juntas deve ser feito com materiais mais resistentes do que os originais, podendo causar uma alteração no aspeto exterior e interior da caixilharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PINTO 2006.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P10

DESIGNAÇÃO	**Aplicação de revestimentos protetores:** **a)** Hidrofugantes; **b)** Fungicidas ou algicidas.	
ELEMENTO	Superfície da caixilharia.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Hidrofugantes; **b)** Fungicidas ou algicidas.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Escova de filamentos plásticos, jacto de água pressurizado, trincha e material de proteção do envidraçado; **b)** Dispersor / pulverizador, jacto de água, escova macia (*nylon* ou fibras vegetais), rolo.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Limpeza com jacto de água adicionado de uma solução fungicida / herbicida; **2 -** Escovagem suave e localizada (movimentos circulares ponto a ponto) com escova de filamentos plásticos onde, pelo processo anterior, não foi removida totalmente a vegetação parasitária / colonização biológica; **3 -** Lavagem com jacto de água; **4 -** Secagem da superfície da caixilharia, e proteção do envidraçado; **5 -** Aplicação de solução hidrofugante com o auxílio de trincha, rolo ou pistola de projeção; **6 -** Secagem do hidrofugante; **7 -** Nova aplicação na data definida pelo fabricante, ajustada em função das condicionantes locais;
b) 1 - Lavagem esterilizante com uma solução aquosa a 10% de lixívia doméstica ou, em alternativa, uma solução de hipoclorito de sódio a 5% (cloro livre) seguida de lavagem com água simples e período de secagem; **2 -** Aplicação de biocidas, que devem ser removidos por escovagem a seco após um período mínimo de 3 dias; **3 -** Aplicação de um sistema antifúngico / biocida, seguida de selante ou repelente de água.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 1 hora: limpeza e proteção de 5 a 8 m de caixilhos.

CUSTO ESTIMADO

15 €/m^2.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a), b) Verificação da compatibilidade dos produtos químicos aplicados; limpeza com jacto de água sempre que tenham sido aplicados produtos químicos; aplicação prévia dos produtos em áreas de teste, a fim de determinar a sua eficiência e adequação; a aplicação deste produto deve ser efetuada com temperaturas a rondar 20 °C, para que não seja comprometida a sua aderência ao suporte e eficácia da técnica; utilizar apenas em zonas sujeitas frequentemente a ciclos de secagem e molhagem, ou em zonas perto da costa, sujeitas à ação dos cloretos marítimos;
b) Utilizar apenas em zonas afetadas por organismos biológicos e em caso de repatologia após uma primeira limpeza cuidada da caixilharia; no caso de ataque por organismos xilófagos, pode ser usado um aplicador em agulha de modo a atingir o interior da madeira, não sendo no entanto garantida a sua eliminação; para um melhor resultado, tratar a caixilharia em autoclave, após remoção das ferragens e do envidraçado.

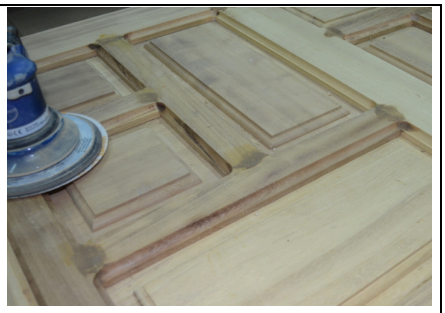
LIMITAÇÕES

a), b) Pouco eficaz em superfícies rugosas; necessidade de renovação periódica dos produtos químicos aplicados (condicionada pela vida útil dos mesmos); quando aplicado em madeira, deve garantir-se que esta apresenta baixos níveis de humidade interior, pelo que apenas é aconselhada a aplicação destes revestimentos após a estação quente; dificuldade na respiração da madeira, após a aplicação de hidrofugantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUREAU VERITAS, 1993; LOPES, 2009; RICHARDSON, 1980; STAHL, 1984; SILVESTRE 2005; SÁ 2010.

FICHA DE REPARAÇÃO R.P11

DESIGNAÇÃO	**Aplicação de betumes em fendas:** **a)** Faces exteriores; **b)** Faces interiores.	
ELEMENTO	Superfície do material de caixilharia	

MATERIAIS A APLICAR

a) Betumes aquosos para madeira, material para revestimento de proteção; **b)** Betumes acrílicos para madeira, material para revestimento de proteção.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a), b) Espátula e lixa, formão, berbequim elétrico, escova de arame, material de pintura e acabamento.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a), b) 1 - Remover as partículas de tinta de fraca aderência com recurso à espátula e à escova de arame; **2 -** Lixar toda a superfície degradada, de modo a retirar todo o acabamento superficial; **3 -** Retirar todo o material danificado, podre ou degradado com o auxílio de um formão ou berbequim elétrico; **4 -** Caso necessário, aplicar produtos de tratamento e endurecimento da madeira, de acordo com as indicações dos fabricantes; **5 -** Deixar secar; **6 -** Proceder à colocação do betume indicado, por camadas e garantindo que não sobram espaços vazios, bem como a sua aderência total ao suporte; **7 -** Deixar secar até o betume se encontrar duro; **8 -** Proceder a uma nova lixagem fina, com o objetivo de eliminar possíveis arestas e homogeneizar a superfície.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 0,25 horas.

CUSTO ESTIMADO

2 a 5 euros / caixilharia-tipo.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a), b) Utilizar em zonas limitadas, com fenómenos de perda de coesão ou em zonas previamente reparadas com argamassas; no caso de se pretender um acabamento envernizado, optar por um betume com uma tonalidade similar à da madeira onde irá ser aplicado;

a) Nas faces exteriores, tentar colmatar ao máximo as lacunas e eliminar as rugosidades do material, de modo a conseguir-se evitar a acumulação de água e detritos em frestas e fissuras indesejáveis.

LIMITAÇÕES

a), b) No caso de ser necessário aplicar uma grande quantidade de betume, de modo a tapar um grande número de frestas e lacunas na madeira, não é recomendado o tratamento final por verniz, sendo preferível uma pintura opaca de modo a não se notarem os sítios reparados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPILUX 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.V1

DESIGNAÇÃO	**Substituição do vidro:** **a)** Vidros simples; **b)** Vidros duplos.	
ELEMENTO	Vidro, bite.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Vidro novo, mastiques (massa de vidraceiro), pregos de fixação, óleo de linhaça; **b)** Unidade de vidro nova, mastiques ou borrachas selantes, espaçadores.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Material de proteção (luvas grossas e compridas, óculos), espátula, pistola de ar quente, trincha e pincéis, lixa grossa; **b)** Formão, escova grossa, ferramentas manuais, martelo de vidraceiro.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Remover os pedaços de vidro sobrantes; **2 -** Remover todo o mastique ou massa de vidraceiro antigos, bem como os espaçadores existentes; **3 -** Lixar toda a superfície, remover quaisquer imperfeições e aplicar uma camada de óleo de linha sobre a madeira; **4 -** Aplicar uma fina camada de massa de vidraceiro após a secagem do óleo, na base do vidro; **5 -** Introduzir o vidro novo, segurando-o no sítio com pregos de fixação; **6 -** Aplicar a massa de vidraceiro nas bordas do vidro, com uma secção triangular de modo a selar as frestas, e deixar secar; **7 -** Se necessário, seguir as recomendações do fabricante da massa para saber a altura certa e pintar;

b) 1 - Remover os pedaços de vidro sobrantes; **2 -** Remover todo o mastique ou borrachas vedantes antigas; **3 -** Remoção dos bites e limpeza das golas com uma escova grossa; **4 -** Aplicar uma camada de mastique ou uma nova borracha butílica, de acordo com o existente anteriormente; **5 -** Introduzir os espaçadores nas posições recomendadas pelo fabricante e o novo envidraçado; **6 -** Recolocar os bites em posição; **7 -** Instalar novas borrachas vedantes ou mastiques isolantes.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

1 operário x 1,5 horas.

CUSTO ESTIMADO

a) 25 a 40 euros m^2; b) 80 a 100 euros m^2.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a) Em caso de dificuldade, deve-se utilizar a pistola de ar quente para auxiliar a remoção da massa de vidraceiro; no caso de caixilharia de ferro, o óleo de linhaça deve ser substituído por um primário de aderência;

a), **b)** Na remoção do vidro partido, deve-se usar equipamento de proteção adequado; no caso de a caixilharia ser demasiado grande ou pesada, deve-se remover previamente esta, de modo a trabalhar sobre uma bancada sólida e com um bom suporte fixo; o transporte e manuseamento de vidros deve ser feito de forma cuidadosa, de modo a evitar a sua danificação;

b) Para remover os bites eficazmente, deve-se remover quaisquer fixações mecânicas existentes e depois, com suaves pancadas com o martelo de vidraceiro, proceder à sua remoção.

LIMITAÇÕES

a) Esta técnica aplica-se apenas a caixilharias de ferro e madeira onde é ainda utilizada a massa de vidraceiro;

b) Esta técnica aplica-se a caixilharias onde são utilizados bites, nomeadamente de alumínio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIKA 2012; SAINT GOBAIN 2012.

FICHA DE REPARAÇÃO R.V2

DESIGNAÇÃO	**Reparação do envidraçado:** **a)** Riscos e danos superficiais; **b)** Pintura para diminuição da radiação penetrante; **c)** Condensações interiores: **c1)** criação de circuito de ventilação interna; **c2)** remoção do vidro interior; **c3)** nova selagem do vidro duplo.	
ELEMENTO	Envidraçado.	
MATERIAIS A APLICAR		
a) Óxido de cério (ou outro tipo de massa de polir), lixa de polimento circular; **b)** Tinta translúcida (base aquosa); **c3)** Silicone, sais higroscópicos, espaçadores adequados.		
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO		
a) Lixadora excêntrica, pano macio, material de limpeza; **b)** Luvas, trinchas e pincéis; **c1)** Berbequim e broca para vidro; **c1)** Material para remoção do envidraçado, lâmina grossa, bites adequados; **c3)** Pistola de ar quente, material para remoção do envidraçado, lâmina grossa.		
DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO		
a) 1 - Remover toda a sujidade, cuidadosamente com o material de limpeza, da superfície a polir; **2 -** Aplicar o óxido de cério (ou massa de polir indicada para vidro); **3 -** Polir toda a superfície até ao desaparecimento dos riscos; **4 -** Eliminar o excesso de massa com um pano limpo e seco; **5 -** Proceder à limpeza final; **b) 1 -** Remover as folhas a pintar; **2 -** Colocar o vidro numa posição horizontal, se possível sem o retirar à caixilharia; **3 -** Remover toda a sujidade cuidadosamente, com álcool, ou outro solvente usando luvas; **4 -** Aplicar a tinta, cuidadosamente a fim de obter uma camada homogénea, aplicando pequenas quantidades de cada vez; **5 -** Deixar secar o tempo indicado pelo fabricante; **c1) 1 -** Limpar cuidadosamente as partes superior e inferior do vidro interior; **2 -** Efetuar as marcações da localização dos furos; **3 -** Realizar cuidadosamente as furações de ventilação nas partes superior e inferior do envidraçado, de modo a não danificar o vidro exterior; **4 -** Polir cuidadosamente as bordas das furações; **c2) 1 -** Remover a unidade de vidro duplo; **2 -** Com uma lâmina grossa, realizar cortes cada vez mais profundos, até conseguir remover o silicone isolante; **3 -** Limpar cuidadosamente os vidros pelo interior, utilizando um detergente normal; **4 -** Colocar os espaçadores e selar três lados com silicone; **5 -** Introduzir ar quente e seco, bem como sais higroscópicos imediatamente antes da selagem da última aresta; **6 -** Voltar a montar o vidro na caixilharia.		
MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO		
1 operário x 3 horas.		
CUSTO ESTIMADO		
a), c) 3 a 10 euros / caixilharia tipo; **b)** 3 a 13 euros m^2.		
RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS		
a) Apenas recomendado em casos onde os danos não sejam demasiado profundos; **b)** Embora seja recomendada uma tinta aquosa, podem ser aplicadas tintas com outro tipo de solventes, embora o seu manuseamento seja mais complexo.		
LIMITAÇÕES		
a) Apenas aplicável a vidros lisos; **b)** Esta técnica tenta apenas ser uma alternativa à substituição por vidros baços, o que também será uma escolha; **c)** Embora possíveis, e eficazes na diminuição de condensações, estes processos não garantem resultados; no caso de c1 e c2, o envidraçado perde as suas caraterísticas, apresentando um comportamento de vidro simples.		
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
QUADRIMÓVEL 2012.		

FICHA DE REPARAÇÃO R.V3

DESIGNAÇÃO	**Instalação de sistemas de ventilação:** **a)** Orifícios ou grelhas de ventilação; **b)** Sistemas mecânicos.	
ELEMENTO	Envidraçado.	

MATERIAIS A APLICAR

a) Reguladores de fluxo; **b)** Sistemas mecânicos de extração.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a), b) Cortador de vidro normal, cortador de vidro circular, pano limpo, óleo de corte, régua de metal, lixa fina ou pedra de afiar, equipamento de proteção (óculos e luvas).

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE INTERVENÇÃO

a) 1 - Retirar o vidro da caixilharia (técnica R.V1); **2 -** Limpeza da superfície de trabalho; **3 -** Limpeza geral do vidro; **4 -** Marcação da zona a cortar, de modo a adquirir a área e forma de abertura pretendida; **5 -** Submersão do cortador de vidro no óleo de corte, de modo a conseguir um corte limpo e com a forma desejada; **6 -** Em caso de cortes retos, colocar a régua por cima da parte a separar, e aplicar uma ligeira pressão até conseguir partir o vidro no sítio desejado; **7 -** Após o corte do envidraçado, utilizar uma lixa fina ou uma pedra de afiar de modo a polir as bordas do vidro, evitando assim futuros cortes, ou zonas frágeis indesejadas; **7 -** Instalar os dispositivos reguladores de fluxo (grelhas, tampões, entre outros) e, caso seja necessário realizar furações no vidro, ter em atenção o tipo de broca utilizada;
b) 1 - Para a instalação de dispositivos mecânicos de extração, deve ser decidida a sua localização com base nas zonas de maior produção de vapor de água e com acesso a energia elétrica; **2 -** Preparar a instalação da alimentação do aparelho o mais funcional e esteticamente possível; **3 -** Para a execução de furos circulares, usar o cortador circular de modo a realizar duas circunferências, uma do tamanho pretendido, e outra ligeiramente menor; **4 -** Utilizar o cortador normal para realizar rectas radiais unindo o centro e dois pontos do círculo menor, e linhas radiais entre os dois círculos; **5 -** Bater ligeiramente no círculo mais pequeno, e depois cortar o restante vidro. **6 -** Após o corte do envidraçado, utilizar uma lixa fina ou uma pedra de afiar de modo a polir as bordas do vidro, evitando assim futuros cortes, ou zonas frágeis indesejadas. **7 -** Instalar o extrator seguindo as instruções do fabricante.

MÃO-DE-OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO

a) 1 operário x 1 hora; b) dependente do sistema mecânico escolhido.

CUSTO ESTIMADO

a) 5 a 20 euros; b) dependente do sistema mecânico escolhido.

RECOMENDAÇÕES E CUIDADOS ESPECIAIS

a), b) Para cortar vidro numa linha que não é reta, desenhar a forma primeiro, com um marcador e fita-cola; utilizar óculos de segurança durante o corte de vidro porque algumas peças podem saltar e atingir os olhos; após terminar, limpar a área de trabalho e certificar que não restam pedaços soltos de vidro.

LIMITAÇÕES

a) Não é possível proceder a cortes em vidros laminados, temperados, ou duplos; nestes casos, os vidros devem ser encomendados já com os cortes pretendidos nas medidas certas;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RORIZ 2006.

Anexo M: Fichas tipo

I - Ficha de inspeção

FICHA DE INSPECÇÃO N.º		DATA DA INSPECÇÃO	
RESPONSÁVEL / FUNÇÃO			
OBJECTIVO DA INSPECÇÃO			

I - CONDIÇÕES CLIMATÉRICAS						
I.1 - Temperatura	<5°		entre 5° e 15°		> 15°	
I.2 - Pluviosidade	Nula		Aguaceiros		Chuva forte	
I.3 - Humidade	Baixa		Média		Alta	

II - EDIFÍCIO											
II.1 - Localização											
II.2 - Altitude	0 - 300		300 - 600		> 600						
II.3 - Tipo de utilização	Dormitório		Gabinete / sala de aula		Cozinha		WC		Outra		
II.4 - Ano de conclusão											
II.5 - Caracterização construtiva											
II.6 - N.º de pisos acima do solo											
II.7 - Zona térmica (ver anexo S.Ic)	Inverno	A		B							
	Verão	A		B		C					
II.8 - Zona vento		A		B		(ver anexo S.IIb)					
II.9 - Rugosidade aerodinâmica (ver anexo S.IIc)		Tipo 0		Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV	
II.10 - Exposição a agentes poluentes		Alta		Média		Baixa		Nula			
II.11 - Tipo de envolvente		Rural		Urbana		Marítima					
II.12 - Proximidade do mar		< 1 km		< 5 km		> 5 km					
II.13 - Contactos efectuados		Comandante / Oficial de dia		Projectista		Empreiteiro		Outro			
II.13.1 - Nome(s)											
II.14 - Notas											

III.A - CAIXILHARIAS VISTORIADAS											
III.1 - Caixilharia											
III.2 - Ano de instalação											
III.3 - Função		Porta		Janela							
III.4 - Orientação da fachada		Norte		Sul		Este		Oeste		(ex.: NE = Norte + Este)	
III.5 - Exposição do vão (ao vento)		Protegido		Exposto		(ver anexo S.Ic)					
III.6 - Condições de sombreamento		Sim		Não		(ex.: prestanas / portadas exteriores)					
III.7 - Posição do vão na fachada		Central (C)		Periférica (P)		(ver anexo S.Ic)					
III.8 - Cota do vão acima do terreno (m)											
III.9 - Dimensões do vão (m)		Altura		Largura							
III.10 - Material		Madeira		Alumínio		PVC		Ferro / aço		Outro	
III.11 - Revestimento	Madeira	Sem revestimento		Tinta		Verniz		Velatura			
	Alumínio	Sem revestimento		Anodização		Lacagem					
	PVC	Sem revestimento				Película		Lacagem			
	Ferro / aço	Sem		Tinta		Anodização		Lacagem			
	Outro										
III.12 - Forma de abertura		Fixa		Oscilo-batente		Guilhotina		Outra			
		De batente		Pivotante		Vitrê		(*seleccionar as várias)			
		Basculante		De correr		Composta*					
III.13 - Tipo de preenchimento		Vidro		Vidro duplo		Grade		Lâmina opaca		Outro	
III.14 - Divisão fonte de vapor de água		Sim		Não		(ex.: cozinha, balneários e ginásio)					

III.15 - Intervenção posteriores na caixilharia	Sim		Não		(Se sim, preencher ponto III)
III.16 - Marcação CE	Sim		Não		
III.17 - Notas					

IV - MANUTENÇÃO	
IV.1 - Tipologia implementada	
IV.2 - Periodicidade das inspecções e/ou das intervenções	
IV.3 - Caracteristicas das intervenções efectuadas	
Data Técnica utilizada Materiais aplicados	
Data Técnica utilizada Materiais aplicados	
Data Técnica utilizada Materiais aplicados	

V - OBSERVAÇÕES

II - Ficha de validação

FICHA DE VALIDAÇÃO N.º		DATA DA INSPECÇÃO	
CÓDIGO DA CAIXILHARIA			

I - ANOMALIAS DETECTADAS	
A-C CONDENSAÇÕES	
A-C1 condensações no exterior dos vidros	
A-C2 condensações no interior dos vidros	
A-D DESCOLAMENTOS / DESPRENDIMENTOS / AUSÊNCIAS	
A-D1 descolamento / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massa de vidraceiro	
A-D2 desprendimento / ausência de peças (caixilhos/ bites/ pingadeiras)	
A-D DEFORMAÇÕES	
A-D1 deformações (distorções / retracções / empenos / dilatações / mossas)	
A-F FOLGAS / FRESTAS	
A-F1 folgas entre aro e vão ou entre aro e folha (excessiva ou insuficiente)	
A-F2 juntas abertas / frestas	
A-F3 desnivelamento entre folhas	
A-U ELEMENTOS DANIFICADOS / QUEBRADOS	
A-Q1 vidros quebrados	
A-Q2 dobradiças danificadas ou ausentes	
A-Q3 mecanismos de fecho danificados ou ausentes	
A-M ACUMULAÇÃO DE DETRITOS / MICRORGANISMOS	
A-M1 acumulação de detritos / sujidade / colonização biológica	
A-E DEGRADAÇÃO	
A-E1 degradação do revestimento	
A-E2 degradação dos materiais dos caixilhos	
A-I INFILTRAÇÕES	
A-I1 infiltrações	
NOTAS	

II - CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS	ANOMALIAS				
(Preencher apenas as aplicáveis à anomalia)					
Agressividade química dos detritos (S/N)					
Comprometer a segurança à intrusão (S/N)					
Condições para que o fenómeno progrida (S/N)					
Correcto funcionamento das partes móveis (S/N)					
Correcto funcionamento dos rasgos drenantes (S/N)					
Operacionalidade dos mecanismos de fecho (S/N)					
Permitir infiltrações (S/N)					
Provoca degradação dos revestimentos e/ou materiais (S/N)					
Risco para transeuntes (S/N)					
Tipo de utilização dos espaços subjacentes à caixilharia (Fonte de vapor de água (S/N))					
Valor estético das áreas afectadas (A-alto; M-médio; B-baixo)					
Nível de gravidade (0; 1; 2)					
NOTAS					

III - CAUSAS PROVÁVEIS (1 - causa directa / 2 - causa indirecta)	ANOMALIAS				
C-P - ERROS DE PROJECTO / CONCEPÇÃO					
C-P1 - concepção / pormenorização incorrecta do sistema de evacuação de águas					
C-P2 - concepção / pormenorização incorrecto do peitoril					
C-P3 - concepção de número insuficiente de fixações					
C-P4 - concepção incorrecta / inexistência de elementos de ventilação					
C-P5 - concepção incorrecta do suporte					
C-P6 - consideração incorrecta ou inexistente da agressividade do meio					
C-P7 - escolha inadequada do perfil, materiais, geometria ou sistema de caixilho em função do vão					
C-P8 - escolha / preparação / espessura incorrecta do revestimento					
C-P9 - especificação inadequada das folgas entre aro e vão					
C-P10 - especificação inadequada das folgas entre aro e folha					
C-P11 - inexistência ou pormenorização incorrecta da pingadeira;					
C-P12 - pontos de fecho insuficientes ou mal distribuidos					
C-E - ERROS DE EXECUÇÃO E DE MONTAGEM					
C-E1 - concepção deficiente do caixilho e/ou componentes (em fábrica)					
C-E2 - colocação / fixação incorrecta do aro no vão					
C-E3 - colocação / fixação incorrecta do vidro					
C-E4 - colocação incorrecta dos elementos de vedação					
C-E5 - execução incorrecta do peitoril					
C-E6 - execução incorrecta do sistema de evacuação de águas					
C-E7 - falta de rigor na execução de trabalhos posteriores					
C-E8 - falta de rigor na execução do nivelamento das folhas					
C-E9 - fixação incorrecta das peças					
C-E10 - incorrecta interpretação do projecto de execução / montagem					
C-E11 - montagem / instalação incorrecta da caixilharia					
C-E12 - execução incorrecta do revestimento					
C-E13 - manuseamento incorrecto dos materiais ou utilização de ferramentas inadequadas					
C-E14 - preenchimento incompleto da folga entre aro e vão					
C-E15 - utilização de mão-de-obra inexperiente ou pouco qualificada					
C-E16 - utilização de materiais de baixa qualidade, inadequados e/ou não certificados ou homologados					
C-M - ACÇÕES DE ORIGEM MECÂNICA					
C-M1 - arrombamento					
C-M2 - deformação do suporte					
C-M3 - colisão de objectos					
C-M4 - vandalismo					
C-M5 - vibrações					

C-A - ACÇÕES AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS					
C-A1 - poluição atmosférica					
C-A2 - acção química dos detritos / sujidade acumulada					
C-A3 - acção biológica					
C-A4 - presença de água (condensações / chuva / neve)					
C-A5 - radiação solar					
C-A6 - temperatura (ou variação)					
C-A7 - ventos fortes					

C-U - ERROS DE UTILIZAÇÃO E DE MANUTENÇÃO					
C-U1 - alteração das condições de utilização inicialmente previstas					
C-U2 - lavagens excessivas ou com produtos de limpeza inadequados					
C-U3 - manuseamento incorrecto das partes móveis					
C-U4 - manuseamento incorrecto do mecanismo de fecho					
C-U5 - manutenção inexistente					
NOTAS					

IV - MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO	ANOMALIAS						
D-V ANÁLISE VISUAL ASSISTIDA							
D-V1- medição de fissuras / folgas / frestas							
D-V2 - medição da inclinação (do peitoril)							
D-V3 - avaliação de esquadrias / alinhamentos							
D-H MÉTODOS HÍDRICOS							
D-H1 - projecção de água							
D-H2 - submersão dos caixilhos							
D-P MÉTODOS PNEUMÁTICOS							
D-P1 - teste do ventilador							
D-E MÉTODOS ELÉCTRICOS							
D-E1 - correntes induzidas							
D-S MÉTODOS SONOROS / ACÚSTICOS							
D-S1 - ultra-sons							
D-S2 - avaliação do isolamento sonoro							
D-T MÉTODOS TERMO-HIGROMÉTRICOS							
D-T1 - medição da temperatura							
D-T2 - medição da humidade							
D-T3 - termografia de infravermelhos							
NOTAS							

V- Técnicas de Reabilitação		
R.A: Reabilitação de acessórios		
R.A1	Reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes	
R.A2	Reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes	
R.A3	Substituição de elementos degradados, ou em falta.	
R.F: Reabilitação de ferragens		
R.F1	Afinação ou substituição de dobradiças	
R.F2	Afinação ou substituição do mecanismo de abertura/fecho	
R.F3	Instalação de ferragens complementares (dobradiças / pontos de fecho/ ligações aro-vão)	
R.P: Reabilitação de perfis		
R.P1	Limpeza geral da caixilharia	
R.P2	Reparação de revestimentos	
R.P3	Reparação de zonas degradadas por corrosão	
R.P4	Execução de próteses	
R.P5	Repintura da superfície	
R.P6	Reparação de deformações (distorções/ retrações/ empenos/ dilatações)	
R.P7	Reparação ou execução de rasgos drenantes.	
R.P8	Substituição de caixilhos ou bites.	
R.P9	Aplicação de perfis de reforço	
R.P10	Aplicação de hidrofugantes e antifúngicos	
R.P11	Aplicação de betumes em fendas	
R.V: Reabilitação de vidros		
R.V1	Substituição do envidraçado (por dano ou melhor performance)	
R.V2	Reparação do envidraçado	
R.V3	Instalação de sistemas de ventilação	

III - Ficha de inspeção: 139

FICHA DE INSPECÇÃO N.º	139				**DATA DA INSPECÇÃO**			18/07/2012					
RESPONSÁVEL / FUNÇÃO	Alberto Santos; Mário Vicente												
OBJECTIVO DA INSPECÇÃO	Inspeção no âmbito da Dissertação de Mestrado												

I - CONDIÇÕES CLIMATÉRICAS								
I.1 - Temperatura	<5°		entre 5° e 15°		> 15°			
I.2 - Pluviosidade	Nula	X	Aguaceiros		Chuva forte			
I.3 - Humidade	Baixa		Média	X	Alta			

II - EDIFÍCIO													
II.1 - Localização	Espinho												
II.2 - Altitude	0 - 300	X	300 - 600		> 600								
II.3 - Tipo de utilização	Dormitório		Gabinete / sala de aula		Cozinha		WC	X	Outra				
II.4 - Ano de conclusão	1980												
II.5 - Caracterização construtiva	Construção mista de alvenaria e betão armado.												
II.6 - N.º de pisos acima do solo	1												
II.7 - Zona térmica (ver anexo II.1a)	Inverno	A		B	X								
	Verão	A		B	X	C							
II.8 - Zona vento	A	X	B		(ver anexo II.1b)								
II.9 - Rugosidade aerodinâmica (ver anexo II.1c)	Tipo 0	X	Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV				
II.10 - Exposição a agentes poluentes	Alta		Média		Baixa	X	Nula						
II.11 - Tipo de envolvente	Rural		Urbana		Marítima	X							
II.12 - Proximidade do mar	< 1 km	X	< 5 km		> 5 km								
II.13 - Contactos efectuados	Comandante / Oficial de dia	X	Projectista		Empreiteiro		Outro						
II.13.1 - Nome(s)	COR. Caetano												
II.14 - Notas	Nada a assinalar.												

III.A - CAIXILHARIAS VITORIADAS													
III.1 - Caixilharia	A6J												
III.2 - Ano de instalação	1980												
III.3 - Função	Porta		Janela	X									
III.4 - Orientação da fachada	Norte	X	Sul		Este		Oeste		(ex.: NE = Norte + Este)				
III.5 - Exposição do vão (ao vento)	Protegido		Exposto	X	(ver anexo II.1c)								
III.6 - Condições de sombreamento	Sim		Não	X	(ex.: precianas / portadas exteriores)								
III.7 - Posição do vão na fachada	Central (C)	X	Periférica (P)		(ver anexoII.1c)								
III.8 - Cota do vão acima do terreno (m)	2,3												
III.9 - Dimensões do vão (m)	Altura	0,6	Largura	1,9									
III.10 - Material	Madeira		Alumínio	X	PVC		Ferro / aço				Outro		
III.11 - Revestimento	Madeira	Sem revestimento		Tinta		Verniz		Velatura					
	Alumínio	Sem revestimento		Anodização	X	Lacagem							
	PVC	Sem revestimento				Película		Lacagem					
	Ferro / aço	Sem		Tinta		Anodização		Lacagem					
	Outro												
III.12 - Forma de abertura	Fixa		Oscilo-batente		Guilhotina		Outra						
	De batente		Pivotante		Vitré		(*seleccionar as várias)						
	Basculante	X	De correr		Composta*								
III.13 - Tipo de preenchimento	Vidro	X	Vidro duplo		Grade		Lâmina opaca		Outro				
III.14 - Divisão fonte de vapor de água	Sim	X	Não		(ex.: cozinha, balneários e ginásio)								
III.15 - Intervenção posteriores na caixilharia	Sim	X	Não		(Se sim, preencher ponto III)								

III.16 - Marcação CE	Sim		Não	X	
III.17 - Notas					

IV - MANUTENÇÃO	
IV.1 - Tipologia implementada	Manutenção
IV.2 - Periodicidade das inspecções e/ou das intervenções	Única
IV.3 - Características das intervenções efectuadas	Reparação dos sistemas de abertura / fecho
Data Técnica utilizada Materiais aplicados	2001 R.F2 Sistemas de abertura / fecho novos.
Data Técnica utilizada Materiais aplicados	
Data Técnica utilizada Materiais aplicados	

V - OBSERVAÇÕES
Nada a assinalar.

IV - Ficha de validação: 139

FICHA DE VALIDAÇÃO N.º	139	DATA DA INSPECÇÃO	18/07/2012
CÓDIGO DA CAIXILHARIA	A 62		

I - ANOMALIAS DETECTADAS	
A-C CONDENSAÇÕES	
A-C1 condensações no exterior dos vidros	X
A-C2 condensações no interior dos vidros	
A-D DESCOLAMENTOS / DESPRENDIMENTOS / AUSÊNCIAS	
A-D1 descolamento / ausência de mastiques, cordões de estanqueidade ou massa de vidraceiro	X
A-D2 desprendimento / ausência de peças (caixilhos/ bites/ pingadeiras)	
A-O DEFORMAÇÕES	
A-O1 deformações (distorções / retracções / empenos / dilatações / moiras)	
A-F FOLGAS / FRESTAS	
A-F1 folgas entre aro e vão ou entre aro e folha (excessiva ou insuficiente)	
A-F2 juntas abertas / frestas	
A-F3 desnivelamento entre folhas	
A-U ELEMENTOS DANIFICADOS / QUEBRADOS	
A-Q1 vidros quebrados	
A-Q2 dobradiças danificadas ou ausentes	
A-Q3 mecanismos de fecho danificados ou ausentes	
A-M ACUMULAÇÃO DE DETRITOS / MICRORGANISMOS	
A-M1 acumulação de detritos / sujidade / colonização biológica	
A-E DEGRADAÇÃO	
A-E1 degradação do revestimento	X
A-E2 degradação dos materiais dos caixilhos	X
A-I INFILTRAÇÕES	
A-I1 infiltrações	X
NOTAS	

II - CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS	ANOMALIAS				
(Preencher apenas as aplicáveis à anomalia)	C1	D1	M1	M2	E1
Agressividade química dos detritos (S/N)	S				
Comprometer a segurança à intrusão (S/N)	S				
Condições para que o fenómeno progrida (S/N)		S		S	S
Correcto funcionamento das partes móveis (S/N)			M	M	M
Correcto funcionamento dos rasgos drenantes (S/N)		N			
Operacionalidade dos mecanismos de fecho (S/N)					
Permitir infiltrações (S/N)					
Provoca degradação dos revestimentos e/ou materiais (S/N)					
Risco para transeuntes (S/N)			M		
Tipo de utilização dos espaços subjacentes à caixilharia (Fonte de vapor de água (S/N))			N		
Valor estético das áreas afectadas (A-alto; M-médio; B-baixo)				M	
Nível de gravidade (0; 1; 2)	1	1	2	1	1
NOTAS					

III - CAUSAS PROVÁVEIS (1 - causa directa / 2 - causa indirecta)	ANOMALIAS				
	C1	D1	M1	M2	E1
C-P - ERROS DE PROJECTO / CONCEPÇÃO					
C-P1 - concepção / pormenorização incorrecta do sistema de evacuação de águas					
C-P2 - concepção / pormenorização incorrecto do peitoril					
C-P3 - concepção de número insuficiente de fixações					
C-P4 - concepção incorrecta / inexistência de elementos de ventilação	2				
C-P5 - concepção incorrecta do suporte					
C-P6 - consideração incorrecta ou inexistente da agressividade do meio					
C-P7 - escolha inadequada do perfil, materiais, geometria ou sistema de caixilho em função do vão					
C-P8 - escolha / preparação / espessura incorrecta do revestimento					
C-P9 - especificação inadequada das folgas entre aro e vão					
C-P10 - especificação inadequada das folgas entre aro e folha					
C-P11 - inexistência ou pormenorização incorrecta da pingadeira;					
C-P12 - pontos de fecho insuficientes ou mal distribuídos					
C-E - ERROS DE EXECUÇÃO E DE MONTAGEM					
C-E1 - concepção deficiente do caixilho e/ou componentes (em fábrica)					
C-E2 - colocação / fixação incorrecta do aro no vão					
C-E3 - colocação / fixação incorrecta do vidro					
C-E4 - colocação incorrecta dos elementos de vedação					
C-E5 - execução incorrecta do peitoril					
C-E6 - execução incorrecta do sistema de evacuação de águas					
C-E7 - falta de rigor na execução de trabalhos posteriores					
C-E8 - falta de rigor na execução do nivelamento das folhas					
C-E9 - fixação incorrecta das peças					
C-E10 - incorrecta interpretação do projecto de execução / montagem					
C-E11- montagem / instalação incorrecta da caixilharia					
C-E12 - execução incorrecta do revestimento					
C-E13 - manuseamento incorrecto dos materiais ou utilização de ferramentas inadequadas					
C-E14 - preenchimento incompleto da folga entre aro e vão					
C-E15 - utilização de mão-de-obra inexperiente ou pouco qualificada					
C-E16 - utilização de materiais de baixa qualidade, inadequados e/ou não certificados ou homologados	2				
C-M - ACÇÕES DE ORIGEM MECÂNICA					
C-M1 - arrombamento					
C-M2 - deformação do suporte					
C-M3 - colisão de objectos					
C-M4 - vandalismo					
C-M5 - vibrações					
C-A - ACÇÕES AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS					
C-A1 - poluição atmosférica					
C-A2 - acção química dos detritos / sujidade acumulada					
C-A3 - acção biológica				2	
C-A4 - presença de água (condensações / chuva / neve)	2	2		1	2
C-A5 - radiação solar					
C-A6 - temperatura (ou variação)					
C-A7 - ventos fortes					

C-U - ERROS DE UTILIZAÇÃO E DE MANUTENÇÃO					
C-U1 - alteração das condições de utilização inicialmente previstas					
C-U2 - lavagens excessivas ou com produtos de limpeza inadequados					
C-U3 - manuseamento incorrecto das partes móveis					
C-U4 - manuseamento incorrecto do mecanismo de fecho					
C-U5 - manutenção inexistente			2	2	
NOTAS					

IV - MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO	ANOMALIAS						
	C1	D1	M1	M2	I1		
D-V ANÁLISE VISUAL ASSISTIDA							
D-V1- medição de fissuras / folgas / frestas							
D-V2 - medição da inclinação (do pavim)							
D-V3 - avaliação de esquadrias / alinhamentos							
D-H MÉTODOS HÍDRICOS							
D-H1 - projecção de água		1					
D-H2 - submersão dos caixilhos							
D-P MÉTODOS PNEUMÁTICOS							
D-P1 - teste do ventilador		1					
D-E MÉTODOS ELÉCTRICOS							
D-E1 - correntes induzidas					2		
D-S MÉTODOS SONOROS / ACÚSTICOS							
D-S1 - ultra-sons					1		
D-S2 - avaliação do isolamento sonoro		1					
D-T MÉTODOS TERMO-HIGROMÉTRICOS							
D-T1 - medição da temperatura	2			1			
D-T2 - medição da humidade	2			1			
D-T3 - termografia de infravermelhos		1					
NOTAS							

V- Técnicas de Reabilitação		
R.A: Reabilitação de acessórios		
R.A1	Reparação, introdução ou substituição de borrachas vedantes	X
R.A2	Reparação, introdução ou substituição de mastiques isolantes	X
R.A3	Substituição de elementos degradados, ou em falta.	X
R.F: Reabilitação de ferragens		
R.F1	Afinação ou substituição de dobradiças	
R.F2	Afinação ou substituição do mecanismo de abertura/fecho	
R.F3	Instalação de ferragens complementares (dobradiças / pontos de fecho/ ligações aro-vão)	
R.P: Reabilitação de perfis		
R.P1	Limpeza geral da caixilharia	X
R.P2	Reparação de revestimentos	X
R.P3	Reparação de zonas degradadas por corrosão	
R.P4	Execução de próteses	
R.P5	Repintura da superfície	
R.P6	Reparação de deformações (distorções/ retrações/ empenos/ dilatações)	
R.P7	Reparação ou execução de rasgos drenantes.	
R.P8	Substituição de caixilhos ou bites.	
R.P9	Aplicação de perfis de reforço	
R.P10	Aplicação de hidrofugantes e antifúngicos	
R.P11	Aplicação de betumes em fendas	
R.V: Reabilitação de vidros		
R.V1	Substituição do envidraçado (por dano ou melhor performance)	
R.V2	Reparação do envidraçado	
R.V3	Instalação de sistemas de ventilação	